ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

CINQUIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

CINQUIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS OU FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

MM. AD. BRONGNIART ET J. DECAISNE

X

PARIS
VICTOR MASSON ET FILS,
PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE
1869

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

BOTANIQUE

SUR LE *MYCODERMA VINI*,

Par M. J. DE SEYNES.

(Présenté à l'Académie des sciences, séance du 13 juillet 1868.)

Les êtres organisés auxquels on attribue les fonctions de ferments deviennent tous les jours plus nombreux. Le groupe que l'on en peut former en dehors de toute classification naturelle, comprend des Bactéries dont on admet à peine la nature végétale, des Cryptocoques, des Mycodermes que les naturalistes placent tour à tour parmi les Algues et parmi les Champignons, sans compter des Mucédinées, dont la nature fungique n'est pas douteuse, et dont les spores ou les conidies peuvent, dit-on, jouer le rôle de ferments.

L'obscurité qui nous dérobe encore les principales phases de la vie des ferments a trop facilement servi à étayer des théories de philosophie naturelle. Aussi, grâce aux préoccupations des hétérogénistes en France et des partisans de la mutabilité en Allemagne, l'évolution naturelle des levûres organisées a donné lieu à beaucoup plus d'hypothèses que de vraies observations. L'Histoire naturelle, la Physiologie générale et la Chimie sont cependant intéressées à ce que les levûres organisées soient étudiées en dehors de toute autre préoccupation que celle d'une connaissance exacte et complète de leur mode de développement et de reproduction.

C'est dans ce but que j'ai commencé une série de recherches

dont je demande à l'Académie la permission de lui signaler le premier résultat.

Lorsqu'on met du vin, ou surtout un mélange de vin et d'eau, dans un récipient fermé contenant une certaine quantité d'air, on voit au bout de quelques jours une pellicule blanche couvrir la surface du liquide. Cette pellicule, très-anciennement connue sous le nom de *fleur de vin*, est formée de petits corps arrondis récemment figurés par M. Pasteur dans son ouvrage sur les maladies du vin (1); ces corps, que j'appellerai, avec M. Pasteur et Desmazières, *Mycoderma vini*, sont des cellules analogues à celles de la levûre et se propageant comme ces dernières par bourgeonnement (2). Leur forme est ovale ou ovoïde; leur contenu, d'abord homogène et réfringent à la manière des corps gras, présente plus tard un liquide huileux périphérique, une grande vacuole centrale non limitée par une membrane et occupée par un liquide hyalin, enfin une et plus souvent deux gouttelettes huileuses formant nucléoles à l'un ou aux deux pôles de la cellule.

On rencontre aussi, en petit nombre, des cellules allongées dont la membrane est quelquefois plus fine, et le contenu identique comme apparence optique et comme disposition relative des substances, sauf le nombre de nucléoles qui est proportionnel à la longueur du plus grand diamètre; cette longueur, qui ne dépasse pas $0^{mm},006$ ou $0^{mm},007$ pour les plus grandes cellules elliptiques, atteint $0^{mm},01$ et jusqu'à $0^{mm},02$, pour les cellules allongées. Ces cellules allongées proviennent par voie de gemmation des cellules arrondies ordinaires et produisent de la même manière d'autres cellules allongées ou même des cellules arrondies. On peut suivre, du reste, tous les intermédiaires entre les plus petites des cellules arrondies et les plus longues des cel-

(1) Pasteur, *Études sur le vin, ses maladies, etc.* Paris, 1866.

(2) Le fait de la gemmation de la levûre n'est point, comme l'a avancé M. Pouchet (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LII, p. 284), « une idée essentiellement née de la pratique de la fabrication de la bière ». C'est un des faits d'observations les plus clairs et les plus faciles à vérifier (voy. *Cours élémentaire de chimie organique*, par M. Regnault, 1851, p. 280 et 281; et plus récemment *Morphologie und Physiologie der Pilze*, von D[r] A. de Bary, dans *Handbuch der physiologischen Botanik*, von W. Hofmeister).

lules allongées : les unes et les autres sont souvent disposées en chaînes plus ou moins longues, plus ou moins ramifiées.

Après avoir acquis la certitude de l'identité spécifique de ces deux formes, je cherchai à voir quelles conditions étaient les plus favorables au développement de la forme allongée, dont l'apparition me paraissait correspondre à un degré de végétation plus avancé. Après plusieurs essais, je reconnus qu'en augmentant la proportion d'eau dans le mélange où s'était primitivement développé le Mycoderme, on obtenait une plus grande quantité d'éléments allongés; ce résultat n'était cependant pas constant, car au bout d'un, de deux ou de trois jours, je retrouvais souvent dans la pellicule mycodermique une grande prédominance des éléments arrondis; cependant le bourgeonnement était à peu près arrêté. Après cinq ou six semaines d'observations répétées, je surpris enfin la clef de l'apparente incohérence de ces phénomènes : plusieurs cellules allongées étaient moniliformes; il s'était formé dans leur intérieur des cellules arrondies semblables à celles qui formaient la pellicule mycodermique primitive. J'observai alors les diverses phases de ce phénomène, dont on peut résumer ainsi la marche.

Le liquide plasmatique huileux se concentre autour des nucléoles; de légères granulations apparaissent à sa surface et sont bientôt remplacées par une membrane propre; la cellule arrondie est ainsi formée; pendant ce temps, la membrane de la cellule mère devient très-fine, très-transparente. Lorsque les cellules ainsi formées au nombre d'une, deux ou trois dans chaque cellule allongée ont acquis la dimension de celles qui flottent librement à la surface du liquide, la membrane très-ténue de la cellule mère se rompt, et les cellules arrondies deviennent libres, entraînant avec elles une portion de la membrane de la cellule mère destinée à disparaître petit à petit, et quelquefois une autre cellule fille qui lui paraît accolée comme si elles provenaient l'une de l'autre par bourgeonnement. Un grossissement suffisant montre qu'elles sont réunies par la membrane de la cellule mère.

On voit quelquefois des cellules arrondies qui paraissent être

le siége d'un travail semblable à celui que j'ai observé dans les cellules allongées. Elles présentent une cloison intérieure, mais on en voit en formation dans les cellules mères qui ont cette apparence, parce que s'étant trouvées trop rapprochées l'une de l'autre, elles se sont soudées, et la paroi intermédiaire s'est aplatie ; il faut donc attendre de nouvelles observations pour se prononcer sur ce sujet.

Le développement endospore que je viens de décrire ne clôt peut-être pas le cycle de végétation du *Mycoderma vini*, mais il en est certainement une phase importante et très-rapprochée des phénomènes de reproduction des Algues, chez lesquelles les spores se forment dans une cellule-mère, par agglomération de l'endochrome. Le rapprochement que j'indique n'est destiné qu'à mettre plus en saillie le fait que j'annonce et nullement à trancher la question de la véritable place des Mycodermes. J'étends ces recherches à toutes les levûres, et ce n'est qu'après un travail comparatif plus étendu qu'il me sera possible de formuler une opinion motivée sur ce sujet.

Si j'ai pu suivre avec netteté les phases de ce mode de reproduction du *Mycoderma vini*, c'est qu'il est possible de l'obtenir sans aucun mélange de Mucédinées. Ce Mycoderme n'est le plus souvent accompagné que du ferment acétique, à forme de Bactérie, facile à distinguer du Mycoderme et qui n'introduit dans l'observation aucune cause d'erreur. Il n'en est pas de même de la levûre de bière et de beaucoup de levûres de divers fruits ; elles sont accompagnées de conidies de *Penicillium* ou de *Mucor* et de spores de Torulacées qui lui ressemblent, et il ne me paraît possible de les séparer qu'en employant un procédé analogue à celui que M. Claude Bernard a appelé *dissection physiologique*, en tuant, soit les levûres, soit les Mucédinées pour les isoler les unes des autres. J'ai déjà remarqué qu'en agissant sur la levûre de bière avec un ferment acétique qui la fait putréfier très-rapidement, on voit une Torulacée, appelée par Bonorden *Chalara Mycoderma*, résister à cette action et se développer très-activement en formant à la surface du liquide une pellicule blanche ; cette pellicule constituée par du *mycelium*

et les corps reproducteurs du *Chalara*, qui se nourrit du résultat de putréfaction de la levûre, a été présentée comme une transformation de cette même levûre (1); mais ce sujet m'entraînerait trop loin, je le réserve pour un Mémoire plus étendu. Je me bornerai à faire en terminant une dernière observation.

Pour amener le *Mycoderma vini* à présenter le phénomène de reproduction qui fait l'objet de cette Note, j'ai dû appauvrir le sol sur lequel il croît naturellement et arrêter ainsi son développement purement végétatif. Cette expérience confirme ce que l'on observe chez les végétaux d'une organisation plus élevée. J'ai déjà fait remarquer ailleurs que l'état dans lequel on observe les champignons qui croissent dans les mines ne vient pas de l'absence de lumière et d'une sorte d'étiolement, comme l'ont cru certains auteurs ; les formes qu'ils affectent viennent d'une exubérance végétative du *mycelium* favorisée par les conditions de chaleur et d'humidité au milieu desquelles il se trouve placé. On peut, en effet, recueillir dans les mines des fructifications parfaites d'Agaric et de Bolets, et en voir germer les spores. Il est certain que les fonctions reproductrices exigent un arrêt dans les phénomènes purement végétatifs; le végétal consomme pour cet acte des matériaux qu'il a accumulés en lui-même ; s'il en reçoit de trop riches dans le milieu où il se trouve, les fonctions végétatives reprennent le dessus. On peut observer ce fait dans sa plus grande simplicité sur le *Mycoderma vini*. En transplantant quelques portions de Mycoderme, de l'eau, à la surface de laquelle il présentait le phénomène de formation endospore, dans un mélange d'eau et de vin, les phénomènes de gemmation reprennent le dessus et amènent une formation rapide de cellules arrondies bourgeonnant elles-mêmes avec rapidité et ne donnant presque plus naissance à des cellules allongées ; la formation endospore des cellules arrondies cesse et ne se reproduit que dans un milieu moins riche, eau ou décoctions faibles de diverses substances, telles que orge, sucre, gomme, etc.

(1) Desmazières, *Sub Mycoderma cervisiæ et malti-juniperini* (*Ann. des sc. nat.*, 1re série, t. X, p. 42), et très-probablement Joly et Musset, *Comptes rendus*, t. LIII, p. 370.

OBSERVATIONS SUR LA LEVURE DE BIÈRE

ET SUR LE *MYCODERMA CERVISIÆ*,

Par M. A. TRÉCUL.

I

Il a été fait dans la séance de lundi dernier, par notre confrère M. Robin, au nom de M. de Seynes, une communication dans laquelle l'auteur traite du *Mycoderma vini*. Cette communication contient la description d'un mode de multiplication utriculaire, que, de mon côté, j'ai reconnu dans le *Mycoderma cervisiæ*.

N'ayant connu qu'hier, par la lecture du *Compte rendu*, le travail que je viens de désigner, je n'ai pu rédiger qu'une courte note, voulant tout de suite mettre sous les yeux de l'Académie celle de mes planches qui représente ce mode de multiplication des cellules. Je joindrai à cette note quelques autres faits donnés par les mêmes expériences.

Quoique je n'aie pas opéré dans les mêmes conditions que l'auteur de la note, c'est le même principe qui m'a guidé, fondé sur le désir de voir ce qui se passe après le transport des cellules étudiées d'un liquide riche en matières nutritives dans un liquide plus pauvre.

Après avoir obtenu par divers semis, ou même sans aucun semis (ce que j'expliquerai dans un autre travail), des cellules de levûre de bière ou des *Mycoderma cervisiæ*, je suis dans l'habitude, depuis quelque temps, de décanter le liquide qui surmonte le dépôt des cellules et de le remplacer par de l'eau. J'ai obtenu ainsi des développements de ces cellules qu'aucun autre moyen ne m'avait jusqu'alors procurés.

Des cellules globuloïdes ou elliptiques, isolées ou réunies deux ou trois ensemble, bout à bout quand elles sont elliptiques, se sont allongées. Les globuleuses sont devenues ovoïdes, puis se

sont étendues davantage en longueur; les elliptiques se sont accrues de la même manière. Très-fréquemment l'extrémité qui s'est développée étant moins large que la partie initiale, il en résulte, pour les cellules placées bout à bout, une figure singulière que l'on juge tout d'abord, mais sans raison, accidentelle. L'extrémité atténuée d'une des cellules étant appliquée sur l'extrémité renflée de l'autre, on a l'image (que l'on me permette cette comparaison triviale) de calebasses qui seraient superposées, de façon que la base de l'une reposât sur le sommet de l'autre.

Quantité d'utricules s'allongent aussi en conservant leur diamètre primitif; elles donnent par conséquent des cellules cylindracées.

Ce sont ces diverses formes de cellules qui m'ont fait voir le mode de multiplication que je vais décrire maintenant.

Quelques gouttes du liquide tenant de ces cellules en suspension furent déposées sur une lame de verre, et par-dessus fut placée une lamelle qui ne couvrait qu'une partie du liquide. Ces lames furent mises sur un support dans une soucoupe contenant de l'eau, et par-dessus le support et les lames un verre à boire fut renversé.

Malgré l'appauvrissement du liquide nutritif par l'addition d'eau, ainsi que je l'ai dit, certaines cellules restent pleines d'un plasma compacte, blanc, sans vacuoles. Quand ces cellules se divisent, elles le font par la production de cloisons transversales, qui, se dédoublant plus tard, laissent libres les cellules engendrées.

Beaucoup d'autres cellules, moins riches en plasma, se creusent d'apparentes vacuoles, qui occupent souvent presque toute la largeur de la cavité utriculaire. Ces cellules peuvent se partager en deux ou plusieurs par la production de cloisons transversales dans le plasma qui sépare les vacuoles. Alors chaque cellule nouvelle renferme ordinairement une semblable vacuole.

Enfin, dans d'autres cellules à plasma rare, celui-ci se condense en gros globules compactes, assez volumineux pour occuper souvent toute la largeur de la cellule. Opaques et blancs,

munis d'une petite aréole centrale, quand ils sont déjà avancés en âge, ils sont entourés d'un liquide transparent, qui laisse voir parfaitement la membrane de l'utricule mère dans les endroits que ne touchent pas ces globules.

Ce sont ces globules qui deviennent autant de cellules quand la membrane de la mère vient à disparaître. Avant de s'effacer, cette membrane se resserre contre les globules ou cellules filles, comme le montrent mes dessins ; on peut la voir comme étranglée vis-à-vis de l'intervalle des globules, puis on cesse de l'apercevoir. Les nouvelles cellules deviennent libres à cette époque (1).

Entre ce mode de multiplication utriculaire et le premier, on trouve tous les états intermédiaires, suivant que la cellule mère est plus ou moins appauvrie.

Quand celle-ci est très-pauvre, si elle est beaucoup plus longue que large (huit à dix fois par exemple), elle peut ne produire que trois, quatre ou cinq globules, qui laissent libre, dans ce cas, une partie considérable de sa cavité.

Si la cellule mère est plus riche en plasma, les globules pourront former une série continue qui occupera à peu près toute la longueur de la cavité.

Le plasma est-il plus abondant encore : les jeunes cellules filles, ou les masses plasmatiques qui les représentent, ne sont plus globuleuses ; leur figure s'approche plus ou moins du rectangle.

Enfin, si le plasma générateur de la mère est assez abondant pour remplir entièrement celle-ci, les cellules filles seront tout à fait rectangulaires au début. Ce n'est qu'après s'être séparées les unes des autres que, leurs angles s'arrondissant, elles deviendront elliptiques ou globuleuses.

Les cellules elliptiques ou globuleuses, formées de ces diverses manières, paraissent susceptibles de germer. On voit, en effet, parmi elles un grand nombre de cellules complétement sem-

(1) Il faut bien se garder de confondre ce mode de multiplication avec ce que l'on appelle le *bourgeonnement des cellules de la levûre*.

blables, qui émettent des filaments dans les conditions suivantes.

Si les cellules germantes sont globuleuses, il en naît un boyau ordinairement plus étroit qu'elles. Beaucoup plus rarement, après avoir produit un pareil tube, mais très-court, bien qu'assez volumineux, ce tube cesse de s'allonger, et émet latéralement un filament ténu, qui peut n'avoir que le tiers ou la moitié de sa largeur. D'autres fois, quand les cellules sont petites, elles peuvent s'étendre en un cylindre parfait.

Lorsque les cellules germantes sont plus longues que larges, c'est presque toujours sur le côté et près de l'une des extrémités que pousse la cellule filamenteuse. Il en naît assez fréquemment de même une près de chaque bout, et sur deux côtés opposés de la cellule mère.

Ces utricules allongés ou filaments prennent ensuite des développements divers.

Ou bien ils s'étendent en une cellule unique tantôt assez brève, tantôt plus longue, qui se divise en conidies qui germent à leur tour ; fréquemment le filament devient plus long, et, sans se fragmenter, il se partage par des cloisons transversales en cellules oblongues dans la plus grande partie de sa longueur ; mais le sommet du filament se découpe en conidies elliptiques ou globuleuses.

Beaucoup de ces filaments se ramifient latéralement et au sommet. Il en émane tantôt de courtes ramifications, qui se fragmentent en conidies ; tantôt, et cela principalement en dehors de la lamelle couvrante, les filaments les plus puissants émettent des rameaux de deuxième, de troisième ou de quatrième génération, composés de cellules oblongues. Leurs seules ramifications terminales se divisent en cellules reproductrices courtes, elliptiques ou globuleuses, c'est-à-dire en conidies. Ces extrémités des filaments prennent ordinairement, avant de se diviser, une teinte sombre, brillante, très-réfringente, que conservent les conidies qui résultent de leur segmentation. De plus, ces extrémités du champignon peuvent rester couchées, et alors elles se terminent par une seule ou par deux séries de conidies ;

ou bien elles se dressent, et peuvent finir par plusieurs séries de ces cellules en chapelet. Elles constituent, dans ce cas, des pinceaux qui furent observés d'abord par Turpin, qui les attribue au *Penicillium glaucum*. M. J. Berkeley en obtint, en 1855, par la culture du *porterbottom* ou levûre de *porter*. M. E. Hallier attribua aussi plus tard à la levûre la même nature.

J'ai dit plus haut que les cellules germantes peuvent d'abord produire une pousse courte et large, et émettre sur le côté de celle-ci un filament beaucoup plus grêle. Il est extrêmement remarquable que, de deux conidies de volumes égaux, il peut naître de l'une un filament épais et de l'autre un filament fort ténu. Il semblerait, en voyant ces filaments encore stériles, que l'on a affaire à des plantes de nature tout à fait différente. Mais, ce qui est non moins curieux, c'est que, si ces filaments grêles peuvent engendrer des conidies assez ténues, on peut aussi les voir se renfler considérablement à leur sommet reproducteur, devenir sombres dans cette partie, très-réfringents, et s'y diviser en conidies aussi volumineuses que celles qui sont produites par les filaments les plus larges. On ne saurait douter, quand on a ces divers exemples sous les yeux, que les filaments grêles et les plus gros appartiennent en réalité à une seule et même espèce.

II

Voulant m'éclairer sur la nature des cellules de la levûre, je me proposai d'employer simultanément leur culture et des semis de divers champignons filamenteux, surtout des semis de *Penicillium* et de *Mucor*, à l'exemple de mes prédécesseurs (de M. Bail, par exemple), mais en variant les expériences.

Pour la culture de la levûre, je me suis servi de la levûre ordinaire ou supérieure, c'est-à-dire qui est obtenue à une température d'environ +20 degrés à +28 degrés, et de la levûre de Bavière ou inférieure, qui est produite de +5 degrés à +12 degrés dans la brasserie où je l'ai prise. Les spécimens de cette dernière, dont je fis usage, furent puisés dans des cuves fermentant à 12 degrés.

Suivant M. E. Mitscherlich, la levûre de Bavière se forme à une température qui ne dépasse pas +7 degrés, mais qui ne peut descendre au-dessous de zéro. Il est vraisemblable, dit-il, qu'elle multiplie ses cellules par les granules de leur contenu qu'elles répandent dans le liquide en éclatant, tandis que la supérieure multiplie les siennes par bourgeonnement.

Je dirai tout de suite que la levûre dite *de Bavière* que j'ai étudiée, prise par moi dans une cuve qui fermentait non au-dessous de +7 degrés, il est vrai, mais à +12 degrés, comme je viens de le dire, m'offrit les plus beaux exemples de bourgeonnement. Les séries de quatre et de cinq cellules y étaient fréquentes. J'ai trouvé de ces séries avec des cellules latérales ayant aussi leur petit propagule globuleux, constituant par conséquent des commencements de rameaux sur les côtés. Plusieurs de ces groupes avaient huit et neuf cellules. J'en observai même un de onze utricules.

Je dois ajouter que, dans cet examen, il faut avoir l'attention de ne pas prendre pour naturels des groupements accidentels. Pour s'assurer de l'état de ces groupes, on les fait rouler quelque temps entre les deux lames de verre. Il importe surtout d'examiner avec soin si les cellules constituantes occupent bien réellement les places dans lesquelles s'effectue ordinairement le bourgeonnement. Cette observation était facile pour la levûre de Bavière que j'ai employée, la plupart des cellules étant ovoïdes ou elliptiques, et très-peu globuleuses.

Je ne trouvai entre la levûre de Bavière ou inférieure et la levûre supérieure que j'avais à ma disposition en même temps, qu'une différence de volume. Les cellules de la levûre de Bavière étaient généralement un peu plus grosses que celles de la levûre supérieure recueillie dans la même brasserie. Cependant les plus volumineuses des cellules de Bavière dépassaient peu le maximum des cellules de la levûre ordinaire qui est d'environ $0^{mm},01$. Les grosses y étaient seulement plus nombreuses.

Mes premières études furent faites avec la levûre supérieure du commerce ; elle était sous la forme d'une pâte ferme. Abandonnée à elle-même à la température de +20 degrés à +22 de-

grés, sans addition d'un liquide quelconque, la masse ne tarda pas à se couvrir de végétations. Les cellules superficielles semblaient se partager en trois sortes : 1° les globuleuses les plus grosses, qui étaient les plus stables, ne germèrent pas ; 2° des cellules plus petites, souvent elliptiques, donnèrent les élégantes arborisations du *Mycoderma cervisiæ*, représentées par Turpin ; 3° certaines cellules elliptiques aussi, et de plus allongées, plus rarement des globuleuses, produisirent un grand *Penicillium* blanc, à conidies tantôt elliptiques, tantôt rondes. Quand elles sont globuleuses, ces conidies ont un diamètre au moins deux fois plus considérable que les spores ou conidies du *Penicillium glaucum* le plus commun, et les filaments en sont aussi beaucoup plus gros. Ils ont environ $0^{mm},005$ de largeur ainsi que les spores.

Les cellules qui donnent ce *Penicillium* s'allongent quelquefois en un cylindre qui peut se terminer par une bifurcation. Plus souvent ces cellules germent par le côté près de l'une de leurs extrémités, ou sur deux côtés opposés, comme je l'ai dit lundi dernier. Les filaments qui en naissent restent simples ou se bifurquent. D'abord unicellulaires, ils se divisent tout entiers en une série de conidies ; ou bien formant des cellules oblongues en bas, ils se terminent par une série de conidies, ou par deux s'ils sont bifurqués, et fréquemment par une succession de ramuscules à cellules courtes, offrant l'apparence d'une dichotomie ou d'une trichotomie. Chacun des rameaux extrêmes produit un chapelet de conidies, et l'ensemble constitue le pinceau.

La segmentation des filaments en conidies s'effectue, selon la coutume, de haut en bas. Tantôt des conidies elliptiques ou des globuleuses sont immédiatement produites ; tantôt la longue cellule qui se fragmente, se partage d'abord en segments plus étendus du double, qui se subdivisent ensuite chacun en deux conidies, elliptiques ou globuleuses, suivant la longueur du segment primitif.

Ce développement des cellules du *Mycoderma* et du *Penicillium* de la levûre peut donner lieu à une objection. On peut prétendre que des cellules du *Mycoderma cervisiæ* et des conidies

du *Penicillium* venues de l'atmosphère, se sont mêlées à celles de *Torula.*

Je répondrai que ce *Mycoderma* et le *Penicillium* ne sont point déposés par l'air, parce que les cellules qui donnent le *Penicillium* existent certainement dans de la levûre fraîche puisée dans une cuve en fermentation, et parce que de telles cellules, ainsi que celles du *Mycoderma cervisiæ*, comme on le verra plus loin, ne se montrent pas dans des flacons de moût de bière fermés avec un simple papier, agités de temps en temps et ouverts chaque jour pendant six fois plus de temps que n'en exigea le parfait développement de ces plantes à la surface de la levûre, où, dans le courant de mai, des *Mycoderma* ramifiés et des *Penicillium* existaient au bout de deux jours.

Cette objection insoutenable écartée, l'alternative suivante se présente à nous : ou la levûre étudiée était composée à la fois de cellules de *Torula cervisiæ*, de *Mycoderma cervisiæ* et de *Penicillium;* ou bien ces trois plantes ne sont que des formes d'une même espèce, comme le disait Turpin; ou encore le *Penicillium* est une espèce particulière; mais le *Mycoderma* et le *Torula*, qui possèdent le même mode de bourgeonnement, de multiplication, constituent deux variétés d'un autre type spécifique.

Ce qui peut engager à croire à l'autonomie du *Torula cervisiæ*, du *Mycoderma cervisiæ* et du *Penicillium,* j'oserais presque dire *cervisiæ* (1), c'est que, placés dans des circonstances favorables, ils jouissent d'une grande fixité, et peuvent être reproduits en quelque sorte indéfiniment, en conservant leur forme dite *spécifique* et même *générique.*

Pourtant mes expériences, d'une part, m'ont convaincu que le *Mycoderma* et le *Torula* appartiennent à la même espèce, et, d'autre part, me portent à croire que l'on peut passer du *Mycoderma* et du *Torula* au *Penicillium.*

(1) Si le *Penicillium* dont il s'agit ici n'est qu'une variété vigoureuse du *Penicillium glaucum,* dont les formes communes sont beaucoup plus grêles, et dont les spores n'ont guère que $0^{mm},0025$, tandis que celles du *Penicillium* de la levûre ont $0^{mm},005$, et sont toujours blanches, le nom de *Penicillium cervisiæ* n'en serait peut-être pas moins convenable pour désigner cette variété remarquable, si variété il y a.

Voici comment j'ai été conduit à la connaissance de l'unité spécifique du *Mycoderma cervisiæ* et du *Torula cervisiæ.*

Ce *Mycoderma* bien développé, bien ramifié, ne détermine pas la fermentation, et celle-ci n'en désagrége pas les cellules. Il reste entier avec ses rameaux dans le moût qui fermente. Plongé dans ce moût de bière, il languit, et quand la fermentation est active, le plasma du Mycoderme se contracte et ses cellules se rétrécissent, sans doute par affaissement (1). Au contraire, quand des *Mycoderma cervisiæ* jeunes, non encore ramifiés, furent placés dans du moût de bière frais, ou même dans du moût qui avait été conservé en flacon bien bouché pendant vingt jours, et même pendant plus d'un mois, sans fermenter, les jeunes cellules du Mycoderme grossirent et prirent l'aspect des cellules de levûre les plus actives, c'est-à-dire à plasma homogène blanc et brillant (2). Bien boucher les tubes ou les flacons est une précaution indispensable. Dans ces conditions, la fermentation devint si énergique que les bouchons sautaient souvent avant que l'on ait eu le temps d'enlever complétement leurs liens.

L'unité spécifique du *Torula* et du *Mycoderma* étant ainsi démontrée, celle du *Penicillium* en question et des deux formes précédentes, si elle existe réellement, doit apparaître, soit par le passage du *Torula* ou du *Mycoderma* au *Penicillium*, soit par la production du *Torula* de la levûre par les conidies du *Penicillium.*

Les faits que j'ai décrits dans la dernière séance rendent vraisemblable la production du *Penicillium* par le *Torula* et par le *Mycoderma.* Depuis lundi dernier, j'ai vu de nouveau des cellules faisant certainement partie constituante de la levûre de Bavière,

(1) Le *Mycoderma cervisiæ* est extrêmement variable de forme. Il change avec la composition du liquide dans lequel il végète. Si la matière nutritive qui lui convient est abondante, il peut donner des végétations puissantes; si elle est plus rare, les plantules sont moins vigoureuses, les cellules plus grêles; si elle est très-rare, ou si la nutrition se fait mal, on n'a que de petites plantes plus ténues encore, à rameaux filiformes d'une grande délicatesse. Je reviendrai plus tard sur ce sujet.

(2) En même temps, beaucoup des granulations, beaucoup des cylindricules qui peuvent exister, surtout si le moût n'était pas tout récent (ils existent toujours alors), grossissent aussi sous l'influence de la puissante fermentation qui se manifeste.

prise par moi dans une cuve en fermentation, produire la plante à conidies (le *Penicillium*) avant qu'aucun autre champignon ait pu se développer et ensuite se fragmenter.

Contentons-nous pour le moment de l'identification spécifique du *Torula* et du *Mycoderma*, et réservons nos conclusions, en ce qui concerne le *Penicillium*, jusqu'à ce qu'il nous ait donné des cellules de *Torula* à l'aide de ses spores, si elles en sont susceptibles.

Ce que je n'ai pas encore tenté avec le *Penicillium* de la levûre (ce par quoi cependant il eût été logique de commencer), je l'ai essayé avec d'autres formes de *Penicillium* que j'avais sous la main.

J'ai d'abord fait des semis du *Penicillium glaucum*, recueilli sur du malt qui avait servi à la préparation du moût ; j'ai ensuite fait usage de deux formes de *Penicillium* sur quatre que j'ai trouvées sur des citrons.

Les nappes de ces moisissures, dont je ne puis décrire ici avec détail le développement, commençaient sur ces fruits par des taches blanches qui, soulevant peu à peu l'épiderme, s'étendaient et devenaient confluentes. Le tapis qui en résultait était formé d'un fort *Penicillium* blanc à grosses spores elliptiques ou globuleuses, qui rappelait celui de la levûre et le *Penicillium plicatum* de M. Bonorden. Des coupes transversales de ce tapis montraient quelquefois de nombreux filaments, jeunes encore, renflés en une grosse ampoule dans leur partie moyenne (1). A ce *Penicillium* blanc succédait un vert-olive à grosses spores

(1) J'ai trouvé de ces ampoules en très-grand nombre sur un mycélium développé à la surface d'une solution de sulfate de fer, dans laquelle macéraient des fragments de *Serjania cuspidata* pour déterminer la position de ses cellules à tannin. Je plaçai de ce mycélium avec de l'eau sucrée sur une lame de verre, que je tins dans une atmosphère humide. Les rameaux les plus vigoureux du mycélium s'allongèrent et se terminèrent d'abord par une seule série de conidies un peu allongées, puis le lendemain d'autres rameaux étaient surmontés d'une, deux, trois, quatre, cinq, jusqu'à douze séries, et plus, de conidies globuleuses, qui n'avaient que $0^{mm},0025$ ou $0^{mm},003$ au plus de diamètre. J'ai rencontré des cellules analogues, mais bien plus curieuses encore, sur un autre mycélium dont je n'ai pas déterminé la nature, qui s'était développé dans des feuilles en putréfaction de plusieurs espèces d'aloès. Je les décrirai dans une autre occasion.

elliptiques. Ce dernier était suivi d'un autre à spores, ou conidies, elliptiques aussi, mais beaucoup plus petites et bleuâtres. Enfin surgissait un petit *Penicillium* blanc, qui n'est qu'une forme du *Penicillium glaucum*.

C'est la deuxième et la troisième formes, la verte et la bleue (je ne les ai vues décrites nulle part), que j'ai semées dans du moût non houblonné. Les fragments du mycélium n'ont rien produit. Les conidies se sont agrandies, sont devenues globuleuses pour la plupart, à peu près du volume des cellules de la levûre. Il en fut de même par l'emploi du *Penicillium glaucum*, dont pourtant certaines spores germèrent et produisirent des filaments grêles, qui, quand ils se sont segmentés, n'ont donné que des fragments allongés.

Avec ces trois espèces semées dans des petits tubes et dans des flacons de 15 grammes, une fermentation puissante eut quelquefois lieu. Il naquit une belle levûre à cellules globuleuses, que je considérai d'abord comme formée par ces *Penicillium*. Néanmoins un doute plane sur ces résultats. Voici pourquoi.

Afin de les contrôler, j'avais mis du même moût dans des flacons et dans des tubes semblables, préparés avec les mêmes précautions, c'est-à-dire que les tubes et les bouchons avaient été soumis à l'ébullition (1).

Dans certaines séries d'expériences, tous les flacons et tous les tubes de contrôle, au bout de cinq, six ou sept jours, à peu près à l'époque à laquelle apparaissaient les cellules de levûre dans mes semis, contenaient une grande quantité de belles cellules de levûre globuleuses, identiques avec celles que j'avais obtenues dans les vases ensemencés.

Ces cellules de levûre commencent par des corpuscules très-petits, en apparence globuleux, qui grossissent peu à peu, isolément et sans bourgeonner. Ils ne naissent donc pas les uns des autres, ou d'un petit nombre initial d'utricules reçus de l'air par le liquide. Ils ne proviennent pas non plus du bouchon.

(1) Je dirai dans la troisième partie de cette communication (voy. p. 25 et suiv.) à quoi aboutit cette précaution. Cette explication qui serait sans grande utilité pour le moment, trouvera naturellement sa place ailleurs.

J'ai cru remarquer (et je le vérifierai) que l'apparition de ces cellules coïncide avec la dissolution incomplète de l'amidon par la diastase dans des opérations de la trempe dans lesquelles la température avait été élevée trop vite au-dessus de 80 degrés; et cependant le moût ainsi préparé ne montrait pas, au moment de son emploi, après la filtration, de trace d'amidon par l'épreuve de l'iode.

Les cellules de levûre qui nous occupent, nées sans semis, ne se développent que dans des vases hermétiquement fermés, desquels la pression intérieure ne fait sortir ni gaz ni liquide, au moins en forte proportion.

Quand, au contraire, il y a une assez forte émission de gaz au dehors, des *Mycoderma cervisiæ* sont produits, soit exclusivement, soit mêlés à des cellules de levûre.

Je viens de dire que la condition *sine qua non* du développement de ces cellules de levûre, c'est la fermeture hermétique des vases. A plus forte raison ne se développeront-elles pas si les tubes ou les flacons sont souvent ouverts.

Quand un vase était ouvert avant le cinquième jour, il ne donnait pas de levûre, et cet état persistait aussi longtemps que l'on étudiait le contenu de ce vase à des intervalles trop rapprochés. Mais, laissait-on les flacons en repos pendant cinq, six ou sept jours, la levûre apparaissait aussitôt, et la fermentation avec elle.

Cette circonstance m'amène à parler d'un phénomène que je recommande tout particulièrement à l'attention des partisans de l'hétérogénie et à celle de ses adversaires. Il tend à prouver que les cellules du *Mycoderma cervisiæ* ne sont venues ni de l'air ni du bouchon.

Si les cellules de la levûre ne naissent pas dans du moût de bière au libre contact de l'atmosphère, il n'en est pas de même des *Mycoderma cervisiæ*, qui apparaissent au bout de quarante-huit heures, plus ou moins, suivant la température, à condition toutefois que le liquide soit en repos. En effet, si l'on agite de temps en temps la liqueur, la formation des *Mycoderma cervisiæ* sera beaucoup retardée; elle pourra même être arrêtée

pendant quinze jours ou plus si la température n'est que de + 20 à + 24 degrés.

Que dans plusieurs flacons à large ouverture on place du moût de bière; que l'on ferme ces divers flacons avec un simple papier; que les uns soient agités deux ou trois fois par jour en ce temps-ci, et les autres laissés en repos, les *Mycoderma cervisiæ* se montreront bientôt à la surface du liquide de ces derniers flacons, tandis qu'ils n'apparaîtront pas du tout ou seulement beaucoup plus tard dans ceux qui auront été agités.

N'est-il pas évident que si les cellules de ce Mycoderme existent dans l'air, elles devront tomber dans tous les flacons? Seulement, dans les flacons en repos elles pourront rester à la surface; dans les flacons agités elles devront être suspendues dans le liquide. L'examen journalier de ces derniers flacons démontre qu'il n'existe aucune trace de ces cellules; mais si on laisse reposer ce liquide qui n'en contient pas, les Mycodermes naîtront bientôt à sa surface. Ils commencent par des corpuscules très-petits, qui grossissent, deviennent elliptiques, émettent plus tard un petit bourgeon globuleux à l'une des extrémités de la cellule, lequel globule s'accroît à son tour, en produit un troisième, etc. Ces cellules primaires disposées bout à bout, en donnent ensuite de latérales, et bientôt l'on a d'élégantes arborisations.

Dans ce qui précède réside la solution de la question concernant l'origine de la levûre. On s'est souvent demandé d'où est venue cette précieuse substance, qui fut transmise de maison en maison, de brasserie en brasserie à travers les siècles. On s'est souvent demandé, dis-je, comment elle est arrivée à la connaissance de l'homme.

Rien de plus simple à mon avis. Elle a pu se manifester de deux manières.

On connut d'abord le moût d'orge. De cette liqueur s'étant trouvée dans un vase ouvert, il se développa des *Mycoderma cervisiæ* à la surface du liquide. Le flacon ayant été hermétiquement fermé par hasard en temps convenable, les jeunes Mycodermes furent transformés en levûre. Une fermentation énergique eut lieu, fit sauter le bouchon. Le liquide fut goûté, trouvé

agréable. Le dépôt de levûre fût observé et expérimenté. La découverte était faite.

Ou bien encore, du moût d'orge imparfaitement préparé ayant été enfermé soigneusement dans quelque vase, des cellules de levûre se développèrent comme je l'ai dit plus haut (p. 20).

III

Dans dans la note de la page 20, j'ai fait allusion à l'influence que peut exercer le liége qui ferme les vases, sur le développement de cellules étrangères à l'intérieur du moût de bière que renferment ces vases. C'est de cette influence que je veux surtout entretenir aujourd'hui l'Académie.

Dans les travaux qui ont été publiés sur l'origine des levûres, on a dit quelquefois que des liquides fermentescibles peuvent être tenus plus ou moins longtemps dans des vases en relation avec l'atmosphère par des tubes diversement disposés, sans que la fermentation survienne, mais que cette fermentation se manifeste aussitôt qu'une levûre est introduite; d'où l'on a conclu que la levûre ne naît pas dans ces liquides, et qu'elle est amenée du dehors.

J'ai donné de ce fait, dans la séance du 27 juillet, pour la levûre de bière, une autre explication qui sera certainement confirmée par ceux qui renouvelleront les expériences dans de bonnes conditions.

Oui, il est bien vrai, en ce qui concerne le moût de bière, qu'une fermentation alcoolique régulière, accompagnée de formation de la levûre, ne s'effectue pas spontanément à l'air libre. Le liquide s'aigrit sans qu'il y ait apparition du *Torula cervisiæ*, au moins quand on agit sur des petites quantités. C'est que, dans ce liquide filtré avec soin, la levûre de bière ne peut se développer au contact de l'air, ainsi que je l'ai annoncé. Elle ne peut y naître qu'en vase clos, sous une certaine pression, dans le liquide déjà chargé d'acide carbonique et d'alcool ; car, ainsi qu'on la dit (notre confrère M. Pasteur, je crois), ce n'est point

elle qui commence la fermentation. En présence de l'atmosphère, il n'est produit que des *Mycoderma cervisiæ*, qui se modifient dans leur forme à mesure que l'altération du liquide avance. Un dépôt de ces Mycodermes a lieu : les uns meurent, tandis que les autres continuent de végéter. Je n'ai point expérimenté si, sous une grande masse de liquide plus ou moins chargé déjà d'alcool et d'acide carbonique, de ces *Mycoderma cervisiæ* ne sont pas transformés en levûre. Mais ce qui se pratique dans les brasseries me rassure de ce côté, car si la fermentation s'accomplissait bien, les brasseurs ne seraient pas dans la nécessité d'ajouter une forte quantité de levûre à chaque opération.

La formation des *Mycoderma cervisiæ* est précédée, en vase clos et à l'air libre, par des granulations fines, isolées ou unies deux, trois ou quatre ensemble, comme l'on sait, et par des cylindricules d'une égale ténuité, de même isolés ou en séries. Les cylindricules, et les granulations par lesquelles ils commencent, sont mobiles au début de l'expérience, mais bientôt leur mouvement cesse. Il se développe aussi, dans les trente-six premières heures, outre quelques petits cristaux prismatiques ou octaédriques, une matière jaune brunâtre, sous la forme de fragments pelliculeux d'une grande délicatesse qui flottent dans la liqueur. Provenant sans doute de la coagulation de quelque substance azotée, peut-être de la diastase, elle contribue à troubler le liquide.

Tel est l'état du moût de bière quand les Mycodermes commencent à se montrer. Ils ne semblent pas formés par les cylindricules précédents, car ceux-ci existent à toutes les phases de l'expérience, et quand même il ne doit se développer ni *Mycoderma*, ni *Torula*. Apparaissant tout d'abord en quantité innombrable, les *Mycoderma cervisiæ* ne peuvent venir de l'air, qui, dans ce cas, devrait en être surchargé, de même que de tous les autres corps organisés qui manifestent leur présence dans des circonstances analogues. S'il en était ainsi, l'atmosphère ne serait pas respirable. Pourrions-nous même y marcher ? Mais, fort heureusement, tout cela est imaginaire. L'expérience que j'ai décrite entre autres aux pages 21 et 22 le prouve amplement.

Puisque les cellules du *Mycoderma cervisiæ* n'existent pas dans l'air, et puisque ces utricules se forment par milliers dans des flacons fermés d'un simple papier, et que, d'un autre côté, elles peuvent se transformer en cellules de levûre dans des flacons bien bouchés, on est donc conduit à admettre que, lorsque ces deux formes de cellules (mycoderme et levûre) se développent dans un flacon clos par un liége, elles ne sont pas apportées par le bouchon.

Voici une autre variante irrécusable de la même preuve. J'ai dit que tous les moûts de bière ne sont pas susceptibles de produire des cellules de levûre ou des *Mycoderma cervisiæ* en vase clos, et qu'ils doivent pour cela remplir certaines conditions encore imparfaitement déterminées. Cependant des moûts restés stériles en vases clos engendrent des Mycodermes à l'air libre, et du même moût conservé à l'abri de l'air peut transformer ces Mycodermes en levûre, si on l'enferme hermétiquement en temps convenable. Donc ce n'est pas le bouchon qui apporte ces cellules.

Est-ce à dire pour cela que le liége ne puisse jamais rien introduire dans le liquide ? Évidemment non. J'ai au contraire, dans des conditions bien remarquables, trouvé constamment, à la face interne du bouchon de certains tubes, une épaisse couche de mycélium, dont les filaments appartenaient presque toujours à un *Mucor*, et beaucoup plus rarement au *Penicillium glaucum*.

Quand je traite par l'eau bouillante les vases et les bouchons que j'emploie, l'ébullition peut être prolongée pendant un quart d'heure, une demi-heure ou plus, si je n'ai pas le loisir de m'en occuper.

Dans ces tubes et dans ces flacons, rincés deux ou trois fois avec du moût après qu'ils ont eux-mêmes subi l'ébullition de l'eau, le moût pur, non ensemencé, est versé froid dans les uns, bouillant dans les autres.

C'est précisément dans les tubes dont le moût avait été préalablement bouilli que les filaments de *Mucor* se sont développés en couche sur le bouchon ; et, dans cette circonstance, je n'ai pas trouvé une seule exception. Toujours le bouchon fut tapissé

intérieurement d'une telle couche de mycélium. Au contraire, je n'ai jamais trouvé une semblable couche sur le liége bouilli des tubes qui avaient reçu du même moût froid; cependant il peut exister sur le bouchon, et dans le liquide de ces derniers tubes ou flacons, quelques fragments de *Mucor* plus ou moins ramifiés, qui produisent souvent les cellules dont je parlerai dans un instant.

Il est encore à noter que le liquide des tubes dont le moût houblonné avait bouilli, et qui contenaient sur le bouchon les plaques de mycélium que je viens de mentionner, reste assez fréquemment tout à fait limpide; les pellicules azotées et les cylindricules organisés peuvent ne pas s'y développer, ou le faire seulement dans une bien plus faible proportion que dans les autres vases; ce qui peut s'expliquer, du reste, par l'expulsion de la matière coagulable par la coction.

Pour déterminer la nature des filaments ainsi obtenus, je les place dans le simple appareil que j'ai déjà décrit, c'est-à-dire qu'avec une goutte de moût ou d'eau sucrée, je dépose ces filaments sur une lame de verre, les recouvrant en partie d'une lamelle de verre aussi. Ce porte-objet est mis sur un support placé au milieu d'une soucoupe contenant de l'eau. Un verre à boire renversé par-dessus, plongeant dans l'eau, enveloppe le support et le porte-objet.

Au bout de deux jours environ, on obtient des têtes de *Mucor* ou des pinceaux de *Penicillium*, suivant que l'on a affaire à l'un ou à l'autre de ces champignons.

Voyons maintenant comment se comporte leur mycélium à l'intérieur des vases. Jusqu'à ce jour, ils l'ont fait très-différemment dans mes expériences. Les filaments du *Penicillium glaucum* se sont seulement allongés régulièrement; ils ont même conservé cet état filamenteux, quand, fragmentés par l'agitation, il s'en répandit dans le liquide. Ils n'ont point alors déterminé de fermentation, et ils n'ont jamais formé de levûre.

Le *Mucor* se conduit tout autrement : il produit de belles cellules oblongues, elliptiques ou globuleuses, qui se répandent dans la liqueur, et qui, quand elles sont allongées, se multi-

plient par le mode de division ordinaire combiné parfois à l'étranglement; mais lorsque ces cellules sont globuleuses, elles bourgeonnent à la manière des cellules de la levûre de bière. Elles sont même alors beaucoup plus instructives que celles du *Torula cervisiæ*, parce que leur bourgeonnement est beaucoup plus facile à observer.

Ce sont des cellules de *Mucor* semblables que M. Bail, qui les a découvertes en 1857 et décrites dans plusieurs recueils, et qui les obtint en pratiquant des semis de *Mucor* dans du moût de bière, appelle *levûre à grandes cellules* quand elles sont isolées, *levûre articulée* quand elles sont unies en séries. Dans le dernier cas, elles sont fréquemment elliptiques ou oblongues, mais souvent globuleuses aussi.

Quelques mots maintenant sur leur mode de formation dans mes expériences particulières.

Les parties nécrosées qui constituent les cavités du liége renferment toujours quelques filaments de mycélium. Les parties saines du liége le plus fin en présentent aussi çà et là (1), et l'ébullition dans l'eau, même prolongée, ne tue ni ces champignons filamenteux, ni les cellules mentionnées dans la note ci-jointe. Il semble, au contraire, qu'elle les ranime et leur communique une vigueur qu'ils n'auraient pas sans cela (2).

La membrane du champignon paraît être inactive, mais le plasma n'est pas mort. Voici comment le réveil de la plante se

(1) J'ai trouvé aussi plusieurs fois dans ce liége sain, isolées dans des cellules distantes les unes des autres, de beaux utricules ou conidies globuleuses, ovoïdes ou elliptiques, blanches, à contenu homogène, qui ressemblaient tout à fait à celles qui étaient répandues dans le liquide du flacon que fermait le bouchon examiné. Je pouvais craindre alors qu'un accident de préparation les eût transportées dans ces cellules; mais aucun doute ne subsista plus, quand j'en eus observé dans les bouchons de tubes dont le liquide n'en tenait certainement pas en suspension.

(2) Pour mettre les expériences à l'abri du développement des *mycelium*, il faut soumettre les bouchons à une ébullition d'une demi-heure environ, *et ne s'en servir qu'un mois après*. On a ainsi des bouchons qui, se gonflant au contact du liquide du flacon, produisent une fermeture parfaite, que ne donnent pas les liéges qui n'ont pas subi la coction dans l'eau. Je n'ai pas besoin d'ajouter que, dans la confection du bouchon, il faut éviter les parties nécrosées.

manifestait dans des filaments rompus, fragmentés, que j'ai souvent eu l'occasion d'observer.

Le plasma contracté formait une couche inégale, irrégulière, qui se gonflait à l'extrémité du fragment sur la troncature, et y faisait saillie en produisant une cellule globuleuse ou elliptique, blanche, brillante, à contenu homogène, qui tranchait fortement avec le reste du filament de teinte sombre, ou à contenu jaunâtre et granuleux, suivant son âge.

La cellule de nouvelle formation peut s'allonger en un filament continu, ou produire, en se divisant, d'autres cellules globuleuses ou elliptiques, que l'on peut considérer comme de vraies conidies, puisqu'elles continuent de se multiplier si elles deviennent libres.

D'autres fois, le plasma voisin de la fracture du filament reste stationnaire; c'est à une petite distance de l'ouverture qu'il s'anime, blanchit en se gonflant, remplit en ce point la cavité du tube, y forme un ou plusieurs corps elliptiques ou oblongs, séparés par des intervalles inertes. Chacun de ces corps plasmatiques blancs constitue une cellule nouvelle, qui a fréquemment un diamètre plus fort que le filament primitif, et leur ensemble forme une massue plus ou moins allongée à l'extrémité de celui-ci. Chaque cellule nouvelle ne tarde pas à se diviser en utricules tantôt plus longs que larges, tantôt plus larges que longs, et d'autres fois carrés, qui s'arrondissent graduellement en s'accroissant. Disposés en séries, ils peuvent s'isoler tout à fait, et se multiplier encore après. Alors chacun d'eux se conduit ou comme une spore en germination normale, ou comme une cellule de levûre.

Quand il en naquit des filaments ramifiés, à cavité continue, unicellulaires, ils se sont comportés de trois manières, lorsqu'il leur est arrivé de produire des cellules : ou bien ils se sont partagés, au moins sur une partie de leur longueur, soit dans la région moyenne, soit vers leur extrémité, en cellules d'abord rectangulaires, qui se sont ensuite arrondies peu à peu, et ont constitué des chapelets ; ou bien les filaments ont produit sur quelque point de leur surface (c'est là le cas le plus rare) un

groupe ou capitule sessile, formé de petites cellules globuleuses, non renfermées dans une capsule comme le sont les spores, dont elles diffèrent encore par leur volume plus grand, par leur figure tout à fait globuleuse, et par leur contenu jaune et granuleux comme celui du filament, ce qui indique que ces cellules sont beaucoup moins actives que les blanches de nouvelle formation, car celles-ci prennent la teinte jaunâtre, et leur contenu devient granuleux quand leur végétation se ralentit. Enfin, dans le troisième cas, les filaments, ordinairement plus grêles que les précédents, se renflent à l'extrémité seulement en une massue courte ou plus ou moins allongée. Le plasma, de plus ou moins sombre qu'il était, devient blanc, et suivant la longueur de la massue, il forme une seule cellule, ou divise celle-ci en deux ou un plus grand nombre d'utricules qui peuvent s'isoler, s'individualiser comme dans les cas précédents.

Quand les cellules globuleuses se multiplient à la manière de celles de la levûre de bière, elles forment, ainsi que l'a figuré Turpin en 1838, et comme l'ont ensuite décrit Meyen et M. Bail, une anse latérale, tantôt assez large relativement, tantôt fort étroite, qui, grandissant peu à peu, est bientôt séparée de la cavité cellulaire mère par une cloison. Celle-ci se dédoublant et la membrane mère étant rompue, les deux cellules deviennent indépendantes. J'ai vu la même cellule globuleuse de *Mucor* produire à la fois jusqu'à huit cellules filles à sa surface. Assez fréquemment néanmoins, quand la multiplication paraît le plus rapide, on ne voit pas le lien qui unit les filles à la mère; elles semblent seulement juxtaposées.

Je ne puis me dispenser, avant de quitter ce sujet, de dire quelques mots de l'action de ces cellules sur le moût de bière qui les environne.

Le plus souvent elles ont été sans influence notable en ce qui concerne la fermentation. J'en ai conservé un mois entier sans qu'une pression intérieure considérable ou même sensible se manifestât à l'ouverture des tubes. Si le moût avait été préalablement soumis à l'ébullition, il conservait assez souvent sa limpidité, malgré la présence de ces cellules, ainsi que je l'ai dit plus

haut. Si le moût n'avait pas subi cette coction au moment de son introduction dans le tube, il était troublé par les pellicules, les granulations et les cylindricules organisés ordinaires et jaunissant par l'iode.

Dans quelques cas, au contraire, toutes les circonstances paraissant les mêmes d'ailleurs, une fermentation énergique avait lieu. Les cellules en suspension dans le liquide étaient parfaitement globuleuses pour la plupart, et accompagnées souvent de plusieurs cellules filles de dimensions diverses.

Il ne semblait pas cependant y avoir des cellules de levûre de bière parmi elles. Placées sur une lame de verre avec du moût ou de l'eau sucrée, elles ne me donnèrent que des *Mucor*. Ordinairement la plante obtenue ressemblait au *Mucor* à petites têtes décrit, en 1850, sous le nom de *Mucor racemosus* par M. Fresenius.

D'un tube particulier, dans lequel la fermentation avait été très-vive, et dont le moût était semblable à celui de plusieurs autres tubes qui ne présentèrent aucune trace de fermentation, j'obtins des cellules globuleuses qui, dans l'eau sucrée, produisirent des petites plantes à facies de *Mucor racemosus*, ayant comme lui des têtes latérales portées sur des pédicelles fort courts. Les thèques semblaient se liquéfier pour émettre leurs spores ellipsoïdales (1), et aucune de ces capsules ne m'a fait voir de columelle, qui, de même, manque quelquefois dans les plus petites têtes du *Mucor racemosus*.

L'existence ou l'absence de fermentation me paraît devoir être attribuée à la forme de la plante qui a produit les cellules. Avec le *Mucor Mucedo*, je n'ai obtenu ni fermentation, ni les cellules qui viennent d'être décrites. M. Hallier était arrivé au même résultat. Il me semble donc que si quelques botanistes n'ont pas confirmé les assertions de M. Bail, en ce qui concerne la levûre de *Mucor*, c'est qu'ils n'ont pas employé la plante favorable.

(1) Cette apparente liquéfaction du sporange s'est montrée également sur le *Mucor racemosus*, et même sur des *Mucor Mucedo* cultivés aussi sur une lame de verre, dans une atmosphère humide qui en changea considérablement le facies, en allongeant beaucoup les filaments.

Ici encore j'ai rencontré dans une série d'expériences la cause d'erreur que j'ai signalée dans ma dernière communication en parlant des semis de *Penicillium* (voy. p. 20). Le moût qui m'avait servi à ces semis ayant été employé aussi à des semis de *Mucor*, des cellules de levûre de bière prirent naissance en même temps que les cellules globuleuses de *Mucor*. Mais alors même, on en reconnaissait facilement le mélange. Les cellules de *Mucor* sont beaucoup plus grosses ; elles ont très-souvent $0^{mm},02$, très-rarement $0^{mm},03$; les plus petites d'entre elles qui sont séparées de leur cellule mère ne descendent guère au-dessous de $0^{mm},01$, qui représente le volume des plus grosses cellules globuleuses de la levûre de bière. D'un autre côté, l'abondance et l'uniformité de ces petites cellules globuleuses accidentelles, qui forment des agglomérations irrégulières considérables et fortuites, il est vrai, d'aspect tout différent des groupes de cellules de *Mucor*, les signalent immédiatement à l'observateur exercé.

Il y a encore entre ces deux sortes de cellules un autre caractère distinctif. Les cellules globuleuses de *Mucor, isolées* dans le liquide, peuvent bourgeonner *des points les plus divers de leur surface.* Ces cellules globuleuses ne sont disposées en série que lorsqu'elles naissent de la division d'un filament, avant de se séparer les unes des autres. Au contraire, les cellules de la levûre de bière ont en quelque sorte deux pôles. De l'un d'eux, ou plus rarement des deux à la fois, émane une cellule fille, qui, après avoir grandi, produit à son tour une cellule sur le point de sa surface opposé à son insertion sur sa mère, et ainsi de suite de celles qui viennent après, de manière que l'on finit par avoir une série de plusieurs cellules. Quand cette série se ramifie, les cellules latérales naissent le plus ordinairement auprès de l'insertion des utricules composant la série, et bien plus rarement ailleurs, comme dans le *Mycoderma cervisiæ.* C'est que, ainsi que je l'ai dit, il y a identité spécifique entre la levûre de bière et ce Mycoderme. Il me paraît même vraisemblable que toujours la levûre commence par des cellules de *Mycoderma*, parce que, au début de la fermentation, l'acide carbonique et l'alcool étant

peu abondants, il ne peut se former que des Mycodermes qui, plus tard, se changent en cellules de levûre, sous l'influence de ces agents chimiques et de la pression exercée.

IV

RÉPONSE A M. POUCHET SUR LA NÉGATION DE LA MULTIPLICATION DES CELLULES DE LA LEVURE DE BIÈRE PAR BOURGEONNEMENT.

L'historique de la levûre est tellement connu, qu'il m'a semblé superflu de le retracer à l'occasion de mes dernières communications. Je me suis cru seulement obligé à citer les noms des auteurs de la découverte des principaux faits étudiés antérieurement, dont j'ai pu parler. Ainsi, en ce qui concerne la production du *Penicillium* par la levûre de bière, j'ai nommé Turpin, qui l'a signalée en 1838, et M. Berkeley en 1855 (voyez p. 14 de ce volume). Le travail de M. Pouchet, sur ce sujet, n'est venu qu'en 1864 (1). Si j'avais connu ce Mémoire, qui fut publié séparément, je l'aurais cité comme ceux de M. Hallier, et avec d'autant plus de satisfaction que je partage la plupart des opinions de l'auteur sur l'hétérogénie.

Cependant, tout disposé que je suis à reconnaître ce que les travaux de notre honorable correspondant contiennent de neuf et d'utile au progrès de la science, considérant que la seule récompense du savant consiste souvent dans le seul honneur attaché à ses découvertes, je regarde comme un devoir de rappeler que les assertions pour lesquelles M. Pouchet réclame la priorité, ont été émises longtemps avant la publication de son travail. Telle est la production du *Penicillium* par la levûre. Telle est aussi l'une de celles auxquelles ce savant attache le plus d'importance, savoir : « que la levûre ne représente nullement un » végétal monocellulaire, qu'elle n'est formée que de séminules » ou spores spontanées, qui, par leur germination, donnent » naissance à des *Penicillium*, etc. »

(1) Il a pour titre : *Nouvelles expériences sur la génération spontanée et sur la résistance vitale*. Paris, Victor Masson et Fils, 1864. — M. Pouchet avait déjà dit, en 1861, que la levûre du cidre produit un *Aspergillus* (*Comptes rendus*, t. LII, p. 284).

L'observation du bourgeonnement par Cagniard-Latour indiquait déjà ce résultat; mais Turpin formule cette opinion avec netteté; il la développe et l'appuie de nombreuses figures. On lit, en effet, à la page 141 du tome XVII des *Mémoires de l'Académie :* « Les végétaux infusoires qui résultent de la germination » des *globules séminulifères* DES LEVURES restent incomplets tant » qu'ils sont plongés dans l'épaisseur du liquide. Ils ne s'achè- » vent, ils ne se terminent que lorsqu'ils peuvent s'élever au- » dessus de la surface du liquide et lorsqu'ils parviennent à se » mettre en communication avec l'oxygène... »; et à la page » 171 : « ..... En cet état, *véritables séminules* vésiculaires, ils » germent (les globulins de la bière), s'allongent et végètent en » mucédinée dont le dernier terme de développement décèle un » *Penicillium glaucum.* »

Quant à l'origine de ces végétaux, elle arrive, suivant Turpin, par la modification de globulins qui s'isolent des tissus organiques, et principalement de très-petits corpuscules amylacés, que la coction ne tue pas.

Cette opinion n'est évidemment pas fondée, car la levûre apparaît dans du moût qui n'offre aucune trace d'amidon.

Turpin a aussi étudié la levûre du suc de fruits, etc., à laquelle il attribue une origine semblable.

Quelques années plus tard, M. Schleiden s'occupa du même objet, et, dans ses éditions de 1842, 1845 et 1849 des *Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik*, il dit avoir vu la levûre se développer dans des sucs de groseilles et autres liquides parfaitement limpides.

Les expériences de M. Pouchet sont donc venues confirmer des idées et des faits signalés antérieurement par différents auteurs.

Parmi les faits proclamés plusieurs fois déjà, il en est un, toutefois, que le savant directeur du musée de Rouen ne croit pas devoir accepter. Il le rappelle lui-même dans sa Note du 10 août dernier. C'est la multiplication des cellules de la levûre par bourgeonnement.

Suivant lui, il n'existe là qu'une simple apparence de gemma-

tion, causée par l'accolement accidentel des semences ou spores spontanées par la matière glutineuse qui les couvre.

« Les spores de la levûre, dit-il, à la page 168 de son Mémoire » de 1864, ne se reproduisent nullement par gemmation, et, » pour le prouver péremptoirement, il suffit de dire qu'elles » apparaissent normalement et spontanément dans certains » liquides fermentescibles dans lesquels on n'en a mis aucune. »

Il revient souvent sur cette idée. A la page 189, il dit : « Si » cette gemmation était un fait, jamais on n'obtiendrait de le» vûre là où l'on n'a pas placé de mères. »

M. Pouchet étant hétérogéniste, on ne voit pas bien la raison de cette assertion; car, pourquoi la levûre ne pourrait-elle pas naître par hétérogénèse là où elle n'existe pas encore, et se multiplier par bourgeonnement quand elle s'est développée?

Dans cette circonstance, M. Pouchet est tombé dans un excès contraire à celui des savants qui, voyant la levûre se multiplier par gemmation, prétendent qu'elle n'a pas d'autre mode de génération. Lui, convaincu qu'elle naît, sans semis préalable, dans des liquides parfaitement clairs et soumis à la coction, affirme, à la page 186, que *« la levûre ne peut s'engendrer que » spontanément »*.

« La théorie de la gemmation est née de la fabrication de la » bière », dit-il encore. Cela est vrai, parce que l'observation l'a enseigné à Cagniard-Latour, à Schwann, à Turpin et à d'autres, qui l'ont reconnu avec certitude.

Quand même l'observation directe ne la démontrerait pas rigoureusement, le raisonnement pourrait conduire à cette idée, attendu que, dans la cuve du brasseur, il est fort douteux que la levûre puisse se multiplier spontanément ou par le développement des fines granulations que Cagniard-Latour et Turpin disent avoir vu sortir des cellules de levûre, et qui, se répandant dans le liquide, y croîtraient en utricules normales.

En tout cas, cette allégation de Cagniard-Latour, en harmonie avec les opinions de Turpin, ne saurait être qu'une hypothèse, parce qu'il est tout à fait impossible de suivre le développement de telles granulations dans une cuve de brasseur. La

simple sortie de telles granulations de cellules âgées a donc pu seule donner lieu à cette opinion aventurée (1). En outre, les granulations contenues dans ces cellules avancées en âge sont si nombreuses, que leur évolution produirait une quantité de levûre infiniment plus considérable que celle que l'on obtient de chaque opération.

On sait, en effet, que le rapport de la levûre employée à la levûre recueillie après chaque fermentation, est comme 1 à 5 ou 7. Or, cette proportion de 1 à 5 ou 7 est très-satisfaisante pour les anatomistes qui admettent le bourgeonnement de la

(1) Je n'ai jamais observé une telle émission de granulations par la levûre de bière pendant mes fermentations (j'en ai trouvé quelques-unes bien rares, depuis que ces lignes ont été publiées); mais cette émission m'a été très-souvent présentée par de vieilles cellules de *Mucor*, de la nature de celles que j'ai décrites dans ma communication du 10 de ce mois (p. 26 et suiv.). Ces utricules ont généralement un peu bruni. On en distingue parfaitement les deux membranes, qui fréquemment sont un peu écartées l'une de l'autre, et enserrent un contenu finement granuleux. Ce contenu s'échappe par une ouverture étroite, dont j'ai cru plusieurs fois remarquer la coïncidence avec l'insertion d'une cellule fille détachée. Néanmoins, dans une de ces utricules il y avait deux autres pores, et ces derniers ne traversaient que la membrane interne. Je doute que l'émission soit brusque, à moins qu'elle ne soit intermittente; car je n'ai jamais vu la matière en mouvement. Celle qui était déjà sortie formait un amas globuloïde irrégulier sur la face externe de la cellule; plus rarement elle était disposée suivant une ligne droite, comme si le jet eût été plus énergique. Cette observation me fut donnée dans le liquide de mes flacons, et entre deux lames de verre servant à la culture des mêmes cellules dans du moût de bière aussi.

Dans les cellules dont je viens de parler, le contenu était finement granuleux, et je n'ai pu me convaincre que ces granulations fussent reproductrices. Sur une autre lame de verre, où les cellules étaient tenues dans de l'eau sucrée depuis quelque temps, le phénomène se présentait sous un autre aspect. Le plasma, quoiqu'à fines granulations, n'était pas meuble en quelque sorte comme dans le cas précédent. Il formait une sphérule ou un ellipsoïde à contours bien définis, dans les cellules qu'il ne remplissait pas complétement. La membrane de plusieurs de ces utricules, largement ouverte, tantôt comme par résorption, tantôt comme déchirée, laissait sortir le corpuscule plasmatique, qui continuait de vivre dans le liquide ambiant. Quelques-uns de ces corpuscules semblaient même germer. Dans une grosse cellule de *Mucor*, qui avait produit une germination tubuleuse, laquelle s'était divisée en utricules déjà détachées et individualisées, le plasma conservait une si grande vitalité, que, sur deux côtés de la cellule, une très-large ampoule avait été formée; puis, celle-ci ayant été séparée de la cavité de la cellule mère par une membrane, le plasma de chaque cellule fille s'était partagé en cinq ou six globules, qui avaient l'apparence des précédents. Ceux d'une de ces cellules filles en étaient déjà sortis, et, rassemblés en un seul groupe, ils adhéraient encore au côté de la cellule.

levûre. Il n'y a rien d'exorbitant à croire que la même cellule en puisse produire cinq ou sept dans l'espace de vingt-quatre heures ou même moins.

J'ai dit qu'il est douteux que la levûre naisse spontanément dans la fabrication de la bière commune, parce que la fermentation de celle-ci s'effectue en moins de temps qu'il n'en faut ordinairement à la génération de la levûre *spontanée* pour se manifester ; mais, comme l'on peut objecter que cette production serait hâtée par l'influence de la levûre déposée dans les cuves, je n'insisterai pas sur ce point.

Je reviens à la négation du bourgeonnement de la levûre de bière par M. Pouchet. La preuve la plus puissante pour lui consiste dans la formation de la levûre dans du moût puisé dans une cuve en ébullition, et enfermé dans un flacon bouché pendant son immersion dans la cuve ; ou encore dans du moût dans lequel on a agité de la levûre que l'on a ensuite séparée par la filtration.

Je ne m'arrêterai pas davantage à cet argument. Il suffit de le signaler après ce qui a été dit ci-dessus.

M. Pouchet s'étaye encore de quelques autres raisons, dont je ne vais discuter que les principales.

L'une d'elles est l'accolement accidentel des cellules de la levûre, qui, se rencontrant dans le liquide, s'agglutinent, se groupent au nombre de deux à quarante ou plus. Elles formeraient ainsi des agglomérations irrégulières, et même de régulières en séries simples ou ramifiées, qui nagent dans le liquide.

L'auteur décrit avec soin la disposition des cellules contiguës et les phénomènes lumineux à travers la substance de leurs parois. Tout ce qu'il dit à cet égard est de la plus rigoureuse exactitude. Il dépeint les arrangements arbusculaires, ramifiés dichotomiquement quelquefois, que lui présentent ces cellules ; mais n'ayant pas eu le bonheur de rencontrer la manière dont se fait la gemmation, il confond ces arborisations avec les groupements accidentels, et il les explique en disant que cela arrive parce que la sécrétion de la matière glutineuse s'opère surtout aux extrémités du grand axe de chaque cellule.

Il est pourtant un fait qui aurait dû le frapper : c'est que chaque ramification de ces végétaux dendroïdes est souvent terminée par un globule ou cellule beaucoup plus petite que les autres, par ce que l'on appelle le *bourgeon*. Il aurait dû remarquer, que dans les arborisations les plus considérables, il n'y a de ces petites cellules qu'à ces extrémités.

Mais, convaincu, comme il le dit à page 189, que, « *si la* » *gemmation était un fait, on n'obtiendrait jamais de levûre là où* » *l'on n'a pas placé de mères* », il rejette la gemmation, étant certain de l'existence de la génération dite *spontanée*.

Il pense donc que la prétendue hypothèse de la gemmation tombe d'elle-même. Il le croit aussi parce que la levûre représente non un individu, mais une graine, et qu'une graine ne peut, par gemmation, produire une autre graine.

Cette comparaison de chaque cellule de la levûre dite *spontanée* avec une graine ordinaire des végétaux élevés est-elle bien rationnelle ? Je ne le pense pas. Qu'elle soit considérée comme une spore, soit. Dans ce cas, on ne sera plus surpris de la voir bourgeonner, si l'on a observé les germinations de *Mucor* si bien décrites par M. Bail, lesquelles présentent assez souvent des bourgeonnements ou des divisions précoces assez comparables à la gemmation de la levûre.

Cette assimilation des cellules de la levûre à une spore proprement dite n'est plus aussi légitime quand on a affaire à des utricules isolées provenant de la dissociation des séries naturelles de ces cellules, ou des végétations arbusculaires de cette levûre. Il serait plus exact alors de comparer chaque cellule à une *bouture*, comme le faisait Turpin, ou de l'assimiler à une conidie, à l'exemple de M. Bail, etc.

Je sais que M. Pouchet répondra que pour lui ces végétations dendroïdes ne sont que des agrégations fortuites, opérées au milieu du liquide.

Il aura un moyen de s'éclairer à cet égard (j'admets toujours qu'il ne parvienne pas à s'édifier sur la manière dont s'effectue la gemmation) en renouvelant les deux expériences suivantes.

Ayant conservé une masse de levûre du commerce de consis-

tance plastique, et l'ayant abandonnée à elle-même, elle s'est couverte, par la végétation des cellules superficielles, d'une sorte d'efflorescence glauque, constituée par des arborisations délicates, formées de petites cellules elliptiques, nées successivement les unes des autres de bas en haut.

Dans une autre expérience, de la levûre en masse plastique aussi fut délayée dans de l'eau, en consistance de bouillie dense; et il s'éleva de la surface de cette bouillie des sortes de verrues blanchâtres, composées d'arborisations plus puissantes que les précédentes, lesquelles arborisations étaient formées de cellules plus volumineuses et à extrémités plus arrondies que celles des végétations décrites plus haut.

Dans l'une et dans l'autre circonstance, les arborisations ont été produites par bourgeonnement. Il est bien évident ici que les petits globules qui terminent les rameaux n'y furent pas agglutinés par la rencontre fortuite, puisqu'il n'y a pas immersion dans un liquide, l'accroissement s'opérant à l'air libre (1).

Je me borne à ces observations. Je ne m'arrêterai pas à l'objection tirée du prétendu défaut de communication entre les cellules commençantes et les utricules mères, qu'affirme M. Pouchet, qui finira, j'aime à le croire, par rencontrer cette communication, en étudiant plusieurs variétés de levûre.

Pendant longtemps je suis aussi resté sans découvrir la connexion du plasma de la jeune cellule avec celui de la mère; puis une levûre plus favorable m'a fait voir avec la plus grande netteté des anses largement ouvertes sur la mère, et s'accroissant peu à peu. Dans quelques cas, le plasma se contractant, celui de la cellule mère et celui de l'utricule commençante étaient res-

(1) Dans la première expérience, il s'élevait çà et là, à travers la couche mince des arborisations, de gros filaments de *Penicillium* blancs, plus ou moins agglomérés, qui étaient terminés soit par une série simple de conidies, soit par des pinceaux. Dans la seconde expérience, parmi les verrues blanchâtres ou groupes de végétations dendroïdes, étaient des plaques proéminentes veloutées, brunâtres, à reflet glauque, plus ou moins étendues, qui, toutes, étaient formées par les plantes à conidies, mais à série simple, et non en pinceau. De tels filaments terminés par une seule série de conidies, étaient aussi parfois mêlés aux arborisations des verrues.

serrés en une masse continue, ce qui n'aurait pas eu lieu s'il avait existé une paroi de séparation.

A l'argument fondé sur la facilité avec laquelle les cellules de la levûre s'isolent par la dissolution de la substance glutineuse superficielle, à l'aide de certains réactifs, je dirai seulement que cette matière externe est précisément une modification de la substance des cellules mères (1) dans lesquelles sont nées les filles, car ce que l'on appelle ici *bourgeonnement* n'est qu'une forme de la multiplication intra-cellulaire, de même que celle qui est dite *par division*, dont elle diffère seulement par le peu d'étendue de l'adhérence de la cellule fille avec la mère.

J'ose espérer que les raisons que je viens d'exposer seront suffisantes, sinon pour persuader M. Pouchet, au moins pour ébranler sa conviction, et l'engager à porter de nouveau son attention sur ce sujet.

DE L'INFLUENCE DE LA GÉNÉRATION DITE SPONTANÉE SUR LES RÉSULTATS DES RECHERCHES CONCERNANT L'ORIGINE DE LA LEVURE DE BIÈRE,

Par M. A. TRÉCUL.

Par mes études précédentes, insérées dans ce volume, j'ai été conduit à penser avec Turpin que le *Mycoderma cervisiæ*, le *Torula cervisiæ* et le *Penicillium* qui croît sur la levûre, ne constituent qu'une seule espèce. Cependant, pour ne m'appuyer que sur des preuves précises, j'ai voulu supposer, jusqu'à l'établissement de la vérité, que des spores ou conidies de *Penicillium* peuvent exister accidentellement dans la cuve du brasseur. J'admets donc momentanément, afin de me placer dans les circonstances les plus défavorables à l'opinion que je crois vraie, qu'une multitude de ces spores ou conidies ont pu être apportées du de-

(1) Dans chaque cellule particulière, simple, c'est une modification de la membrane externe, et nullement une sécrétion dans le sens de *excrétion* proprement dite. Ce n'est point un *produit exhalé* par l'être vivant, *expulsé* par l'organisme, dans l'acception propre de ces mots; ce que dit pourtant l'auteur à la page 151 de son Mémoire.

hors, qu'elles ont grossi, et que toutes, *sans germer*, *sans passer à l'état de levûre*, restent mêlées aux cellules de cette dernière.

S'il en était ainsi, on serait autorisé à soutenir que ce sont elles que Turpin, MM. J. Berkeley et son collaborateur O. H. Hoffman de Margate, Joly et Musset, et moi, avons vues germer.

D'un autre côté, les recherches de M. Pouchet sur la levûre du cidre sont loin de dissiper les doutes ; car ce savant annonce avoir obtenu de cette levûre des plantes appartenant à trois genres différents : au *Penicillium*, à l'*Aspergillus* et à l'*Ascophora* (1). On est par conséquent amené à poser cette triple question : Les cellules de ces diverses plantes concourent-elles à la production de la levûre du cidre? Les cellules d'un ou de deux de ces genres sont-elles susceptibles de produire cette levûre, les cellules de l'un ou des deux autres genres y étant seulement mêlées? Ou, enfin, les *Penicillium*, les *Aspergillus* et l'*Ascophora* obtenus ne sont-ils que des modifications d'une seule espèce?

Pour lever les doutes en ce qui concerne la levûre de bière, je résolus d'entreprendre de nouvelles expériences, et surtout de faire des semis de diverses formes de *Penicillium*.

Dès le début de ces recherches, je me suis heurté contre une difficulté que j'ai déjà signalée le 27 juillet et le 10 août derniers (voy. p. 20 et 31). On n'eût point imaginé de la craindre, il n'y a pas longtemps encore, car c'est la génération dite *spontanée*. C'est elle qui, dans presque toutes les expériences que je vais rapporter, vient jeter quelque doute sur les résultats. Ces expériences et celles que j'ai déjà décrites tendent donc à prouver que les ensemencements par l'atmosphère ne sont pas aussi à redouter qu'on le croit généralement, et que ce dont il faut principalement se garantir, c'est de la génération dite *spontanée*.

J'ai annoncé à la page 20 que deux des formes de *Penicillium* qui se développent sur le citron [l'une à grosses spores elliptiques vertes, l'autre à spores elliptiques aussi, mais plus

(1) F. A. Pouchet, *Nouvelles expériences sur la génération spontanée et sur la résistance vitale*, p. 180 et 181 ; 1864. Paris, Victor Masson.

petites et bleuâtres (1)], m'ont donné, par des semis de leurs spores dans du moût de bière, une fermentation prompte et de la levûre fort belle ; c'est du moins ce que je crus devoir conclure d'observations attentives. Ces spores, en effet, avaient grossi, s'étaient arrondies plus ou moins, et avaient pris les caractères des cellules de la levûre. Des spores globuleuses du *Penicillium glaucum* m'avaient donné le même résultat. En ayant suivi le développement quotidien, j'étais convaincu de leur métamorphose. Néanmoins, je jugeai prudent de suspendre mes conclusions, parce que des flacons de contrôle, dont le moût n'avait pas été ensemencé, ayant montré une fermentation non moins énergique et d'aussi abondantes cellules de levûre, je dus douter si c'étaient mes spores de *Penicillium* plutôt que des cellules nées par génération dite *spontanée* qui avaient produit la fermentation.

Depuis, j'ai fait de nouvelles études en variant la nature des liquides et des semences. J'ai d'abord cherché à constater par de nombreux essais les circonstances les plus favorables à la production de la levûre de bière *sans semis préalable*, que j'ai signalée déjà comme je viens de le rappeler. Ces circonstances, quand on opère sur de petites quantités, comme je le fais, sont à peu près celles que j'avais supposées d'après mes premières observations. Elles consistent à élever très-lentement, très-graduellement la température du malt délayé dans l'eau jusqu'à + 60 à 70 degrés ; à arrêter l'opération un peu avant la disparition complète de l'amidon, ou à la prolonger le moins possible après que celui-ci a été dissous. Le liquide, je n'ai pas besoin de le dire, est filtré avec soin.

Ainsi préparé, ce moût non houblonné donne en vase bien clos, après un nombre très-variable de jours, parfois après quatre ou cinq seulement, de la belle levûre avec une vive fermentation.

Pour déterminer si cette levûre appartient réellement au

(1) Ces deux plantes, qu'elles soient considérées comme espèces ou comme des variétés du *Penicillum glaucum*, pourraient être désignées, la première par le nom de *P. virens*, la seconde par celui de *P. cærulescens*.

Penicillium, j'ai cherché à la faire germer, et je crois y être parvenu plusieurs fois sans qu'il ait pu intervenir de spores du dehors.

Dans le même but, j'ai semé de nouveau du *Penicillium glaucum* à spores globuleuses dans un moût frais et dans du moût qui était resté un mois sans fermenter; j'ai ensemencé aussi de l'eau sucrée, additionnée d'un peu de tartrate d'ammoniaque, avec des conidies elliptiques qui naissent des premières germinations, avant le développement des pinceaux du *Penicillium*, sur la levûre de bière en pâte ferme ou délayée en consistance de bouillie dense dans un peu d'eau; enfin j'ai expérimenté sur les cellules qui apparaissent en vase clos et *sans semis* dans de l'eau sucrée pure ou additionnée d'un peu de tartrate d'ammoniaque.

Des spores globuleuses jeunes, c'est-à-dire âgées de quelques jours, du *Penicillium* verdâtre, né sur du malt épuisé d'amidon, ayant été semées dans du moût houblonné ou non, de la levûre et une vive fermentation furent obtenues au bout de huit à neuf jours avec le moût non houblonné, plus tôt avec le moût houblonné. Les spores, qui n'avaient que $0^{mm},0033$ environ de diamètre, grossirent peu à peu jusqu'à atteindre quelquefois $0^{mm},01$, c'est-à-dire le volume des plus grosses cellules de la levûre de bière. Dans le moût non houblonné, en particulier, il y avait encore après huit jours toutes les gradations entre ces deux dimensions. Il semblait évident que les plus grosses cellules provenaient de l'agrandissement des spores. Tantôt le contenu de celles-ci suit l'extension de la membrane, tantôt il reste sur un point de la paroi sous la forme d'un noyau blanchâtre; plus tard, tout le contenu devient opalin comme dans les cellules de levûre avec ou sans vacuole.

De telles observations, prises isolément, semblent ne devoir laisser aucun doute dans l'esprit; mais quand, à côté d'elles, on a des flacons du même moût non ensemencés, et donnant une fermentation égale et de la levûre dans le même espace de temps, quelquefois plus tôt, on reste dans l'indécision.

C'est pour obvier à cet inconvénient que je semai d'autres spores du même *Penicillium* dans du moût qui était resté du

15 août au 15 septembre, sans produire la fermentation alcoolique et sa levûre (1). Dans une de ces expériences, dans laquelle

(1) J'ai déjà fait remarquer que le moût de bière ancien, qui n'a pas subi la fermentation alcoolique, et le moût récent, qui entre spontanément en une telle fermentation, sont aigres et contiennent des cylindricules isolés ou en séries de 2, 3, 4 ou davantage. J'en ai vu des séries de $0^{mm},10$ de longueur. Ces cylindricules commencent par de fines granulations isolées ou en séries également; et les uns et les autres sont mobiles au début de l'opération, ainsi que je l'ai dit à la page 24. Ils ressemblent, au moins les plus courts, entièrement aux bactéries, par leur constitution, par leur volume et par leur mobilité. Or, le liquide qui les renferme devient acide, il prend la saveur de l'acide lactique. Cette coïncidence fait naître l'idée que les cylindricules, les bactéries et la levûre lactique, dont les caractères tracés par notre confrère M. Pasteur concordent assez exactement avec ceux de mes cylindricules, au moins les plus jeunes, pourraient bien appartenir à une même espèce. De plus, les cylindricules, pendant certaines fermentations alcooliques très-actives, grossissent et prennent l'aspect de cellules de la levûre de bière, dont il n'est souvent plus possible alors de les distinguer. D'autres indices encore, que je ne puis signaler ici, m'ont porté à penser que les cylindricules et les granulations dont ils naissent, par conséquent la levûre lactique et les bactéries, sont des premiers états du *Penicillium*. Comme il est difficile, en pareil matière, d'être toujours sûr que l'on a suivi l'évolution du même corps, je ne veux rien affirmer encore à cet égard. Je me contente d'appeler l'attention des micrographes sur ces points délicats, que je m'efforcerai de mon côté d'éclairer. — Je ne puis me dispenser de mentionner que ce que j'appelle ici *levûre lactique* (c'est bien, je crois, celle de M. Pasteur) n'est pas la *levûre articulée* que M. Hallier a vue naître dans le lait acide ou dans les substances qui, dit-il, contiennent de l'acide lactique. La sienne doit être beaucoup plus grosse que celle dont je m'occupe, puisque, suivant lui, elle vient de conidies de pinceaux, de spores nées dans des sporanges, de cellules de *Leptothrix* agrandies, qui, toutes, germent en filaments qui se découpent en utricules de cette levûre. — Je ferai remarquer à cette occasion que, depuis quelque temps, divers micrographes ne font pas toujours un usage légitime du mot *levûre*. Des cellules nées dans de telles circonstances, et qui ont une certaine ressemblance de forme avec la levûre de bière, ne constituent pas nécessairement une *levûre;* il faut qu'elles subissent une certaine modification, une certaine adaptation, qu'elles n'obtiennent pas toujours, témoin les cellules âgées du *Mycoderma cervisiæ* (voyez p. 18). — J'ajouterai encore que ce que je nomme ici *germes mobiles* du *Penicillium,* ce que j'assimile à des bactéries, a une origine toute différente de ce que M. Hallier, dans la *Botanische Zeitung* de 1866, p. 9 à 13, désigne comme les *Schwærmer* du *Penicillium crustaceum*, puisque, suivant lui, ces germes mobiles naîtraient de noyaux plasmatiques à l'intérieur de certaines cellules (spores, conidies, etc.), tandis que mes germes mobiles naissent du moût de bière parfaitement limpide. Il est vrai que, dans un autre travail publié aussi en 1866 (*Schultze's Archiv.*, t. II, p. 70), M. Hallier est moins affirmatif. Il avoue n'être pas certain de l'origine de ces *Schwærmer* du *Penicillium*. Les cellules du *Leptothrix*, dit-il, sont si petites, que l'on ne sait si les *Schwærmer* se multiplient par division de ce *Leptothrix,* ou s'ils naissent à l'intérieur des cellules de ce dernier. — Là, du moins, il me paraît évident que nous parlons des mêmes choses, quoique nous

les spores semées étaient vieilles aussi, étant âgées d'un mois environ, cinq petits tubes et un flacon de 45 grammes pleins de ce moût non houblonné furent ensemencés. Dans trois tubes, ces vieilles spores restèrent stationnaires ou furent détruites. Dans un quatrième, il y eut, au bout d'un mois, production de belles cellules de *Mycoderma cervisiæ*, qui, ai-je dit, passe aisément à l'état de levûre quand il est jeune et placé dans des conditions favorables. Dans le cinquième tube, la levûre de bière était parfaite, et accompagnée d'une violente fermentation six semaines après le semis. Il semble naturel d'admettre que cette levûre et le *Mycoderma* de l'autre tube ont été produits par les spores du *Penicillium*, le moût étant resté auparavant un mois improductif. Pourtant la certitude n'est pas complète, car la transformation ayant été très-lente (un mois), on peut supposer que les matières albuminoïdes du moût ont à la fin engendré cette levûre; et ce qui s'est passé dans le flacon de 45 grammes tend à faire craindre une telle intervention de la génération spontanée, ou mieux de l'hétérogénèse. En effet, les spores qui furent semées le 15 septembre dans du moût non houblonné âgé d'un mois avaient

agissions sur des milieux différents. Seulement, M. Hallier veut faire naître du *Leptothrix* ses germes mobiles ou *Schwærmer*, tandis que, dans le moût de bière, ils apparaissent certainement avant l'existence d'aucun *Leptothrix*; mais, après s'y être un peu allongés, ils se divisent en articles ponctiformes, ou en courts cylindricules, qui peuvent être mobiles aussi. Un peu plus tard cependant, tous sont immobiles, les plus courts comme les plus longs, bien que la multiplication continue par division. Je crois aussi que c'est à tort que M. Hallier, une page plus haut, veut distinguer certains organismes uniquement par l'existence ou par l'absence de mouvement. Les *Amylobacter*, qui sont assurément très-voisins de ces formations, puisque j'en ai vu grossir, s'allonger, se diviser et même se ramifier, de mobiles et d'immobiles (de libres dans les cellules ou hors des cellules, d'implantés à la surface de ces cellules ou sur la paroi interne de celle-ci), parlent contre une distinction fondée sur la mobilité ou l'immobilité. De plus, tous les *Amylobacter*, libres et mobiles ou immobiles à l'intérieur des cellules ou des fibres du liber épaissies, etc., naissent certainement aussi sans qu'il y ait jamais existé un filament de *Leptothrix* ou autre. — Il n'est pas inutile de rappeler que la première description du *Leptothrix* donnée par M. Hallier est de 1865 et se trouve dans le *Botanische Zeitung*, où il le fait venir de *Schwærmer* nés à l'intérieur de spores de moisissures, et que ma première publication concernant les *Amylobacter* est aussi de 1865. Je les avais observés dans des vaisseaux du latex, dans des cellules parenchymateuses du Figuier, dans des fibres du liber, etc. Par conséquent nos travaux n'ont rien de commun quant à leur origine.

généralement grossi dès le 23 septembre ; beaucoup mesuraient alors 0^{mm},005, au lieu de 0^{mm},0033 qui était le volume primitif. Un très-grand nombre avaient formé des petits groupes irréguliers, desquels fréquemment partaient en rayonnant des séries de 2, 3 ou 4 cellules de plus en plus petites. De telles séries rayonnantes étaient parfois disposées autour d'une cellule unique plus grande que les autres. Ailleurs, il y avait une rangée simple de plusieurs cellules, dont la plus grosse était à un bout de la série et la plus petite à l'extrémité opposée. Souvent aussi des cellules latérales commençaient la ramification de ces séries. Cette disposition donnait l'idée d'un double phénomène : 1° d'une association de cellules en danger de mort, qui s'unissaient pour être solidaires les unes des autres, comme je l'ai observé souvent pour des vésicules chlorophylliennes, particulièrement dans des feuilles d'Aloès en putréfaction (1) ; 2° d'une multiplication par bourgeonnement. Les plus petites cellules de ces séries, les terminales ou les latérales, n'avaient fréquemment que 0^{mm},0012, par conséquent un diamètre bien inférieur à celui des spores employées qui était de 0^{mm},0033, tandis que la généralité des autres cellules dépassaient plus ou moins ce volume initial. Au contraire, quelques spores avaient germé après avoir grossi comme à l'ordinaire.

Le 4 octobre, ces cellules étant à peu près dans le même état, et aucune fermentation ne se manifestant, j'ajoutai un peu de solution de sucre passée cinq fois à travers le même filtre. Le 15 octobre, la fermentation est si forte que, malgré les précautions prises, une partie du liquide est épanché à l'ouverture du flacon. Alors je fus extrêmement surpris d'y trouver deux sortes de cellules très-différentes : les unes, dont les plus volumineuses n'ont que 0^{mm},005, comme le 23 septembre, ont con-

(1) Ces feuilles appartenant à diverses espèces, abandonnées dans une petite boîte de fer-blanc qu'elles avaient remplie, baignaient en partie dans le liquide qui s'était épanché de leurs tissus. Dans des cellules de certaines d'entre elles, les vésicules à chlorophylle, quittant leur place naturelle, se rapprochaient peu à peu les unes des autres dans la région centrale de la cellule, où elles formaient quelquefois des séries de dix ou onze vésicules vertes.

servé l'aspect et le groupement souvent radié décrits plus haut, et leur contenu est un peu granuleux comme celui de cellules de levûre déjà âgées ou languissantes; les autres, généralement beaucoup plus grosses, ont jusqu'à $0^{mm},01$, qui est la dimension extrême à peu près des cellules de la levûre ordinaire. Ces cellules plus grosses, ovoïdes, elliptiques ou globuleuses, sont éparses ou souvent en groupes irréguliers considérables, comme les cellules de levûre nées sans semis, et leur contenu est blanc, homogène, brillant, comme celui des jeunes utricules de levûre à grande activité. Bon nombre des cellules éparses principalement sont munies d'un bourgeon, et parfois elles forment des séries de trois ou quatre. Dans le liquide sont aussi répandues des utricules de toutes les dimensions, jusqu'aux volumes les plus petits, semblables à celles qui naissent en apparence spontanément.

Si j'ajoute que le 22 novembre, plus de deux mois après le semis, les groupes de cellules, formés par les spores dès le 23 septembre, se présentaient encore dans le même état, et que, de plus, des flacons de moût ancien restés sans fermentation alcoolique deviennent féconds, et produisent de la levûre de bière après une addition de sucre, on sera fortement engagé à penser que les cellules de levûre contenues dans ce flacon, qui avait reçu de l'eau sucrée tenant le semis en suspension, sont plutôt nées par génération dite *spontanée* que par la modification d'une partie des spores.

Trouvant le moût de bière trop disposé à donner lieu à la génération spontanée, je préparai, le 1er août, de l'eau sucrée additionnée d'un peu de tartrate d'ammoniaque, dans laquelle je semai des conidies elliptiques du *Penicillium* né sur la levûre, et dont j'ai parlé plus haut. Le flacon fut ouvert de temps en temps, et montra quelques conidies germées ; mais la plupart étaient languissantes, leur contenu se contractait, la cellule se vidait quelquefois tout à fait, et bon nombre, plus profondément altérées, se résolvaient en fines granulations. Le 25 août, à l'ouverture du flacon, le liquide exhalait une odeur de moisi. Cette odeur, qui disparaît bientôt, est le signe de la naissance

effectuée ou prochaine des cellules dites *spontanées* dans ces solutions de sucre additionnées ou non. Aussi les conidies germées qui avaient pris des formes très-diverses, et qui étaient de dimensions très-variées, étaient-elles mêlées d'une multitude de petites cellules de tous les volumes depuis les plus fines granulations jusqu'à ces conidies. A cause de cela même, on ne pouvait être certain si les plus grandes de ces petites cellules étaient ou non des modifications des conidies. Néanmoins, il était bien évident que les plus petites utricules ne pouvaient provenir de ces conidies, au moins par transformation directe. Le contenu plasmatique blanchâtre, avec quelques granules brillants, était d'ailleurs assez semblable dans toutes ces utricules.

Les petites cellules étaient fort souvent en groupes plus ou moins considérables, semblables à ceux des cellules qui naissent sans semis, étant unies comme ces dernières par une matière invisible, rendue sensible par le seul mouvement de tout le groupe et des fines granulations qui y sont interposées.

Il n'y avait pas de fermentation alcoolique; seulement un dégagement de gaz, quelquefois assez fort, pressait le bouchon, mais ne déterminait pas d'effervescence à l'ouverture. Mes expériences étant toujours faites avec de l'eau ordinaire, des cristaux, sans doute de tartrate de chaux, avaient été précipités.

Avec le liquide de ce flacon tenant en suspension les petites cellules qui viennent d'être décrites, trois flacons de 15 grammes de moût non houblonné, qui, depuis vingt jours, n'avait pas produit de fermentation, furent ensemencés; et sept jours après, une fermentation extrêmement énergique était manifestée à leur ouverture. Une belle levûre à cellules, pour la plupart globuleuses, moins souvent elliptiques et ovoïdes, existait dans la liqueur.

Les conidies du *Penicillium* avaient-elles pris part à cette production? Beaucoup d'entre elles, non germées, avaient un contenu granuleux, contracté, souvent jauni; mais bon nombre d'autres étaient devenues de belles cellules elliptiques ou globuleuses, incolores. Il ne serait pas impossible que quelques-unes de ces dernières se fussent changées en levûre; mais la presque

totalité des cellules de la levûre formée provenaient certainement des autres petites cellules en suspension dans le liquide, et nées en apparence spontanément. Toutefois, pour m'assurer si elles avaient pu naître sans le concours de quelque élément des cellules du *Penicillium*, je préparai, sans semis, le 3 septembre, trois flacons d'eau sucrée additionnée d'une petite quantité de tartrate d'ammoniaque et deux flacons d'eau sucrée pure.

Le 24 septembre, deux des premiers flacons ne contenaient que des cylindricules ordinaires et des petits flocons que rendaient apparents les fines granulations qu'ils renfermaient. Il y eut poussée du bouchon à l'ouverture, et des cristaux de tartrate de chaux sans doute avaient été déposés.

Le 18 octobre, l'un de ces flacons, étant ouvert de nouveau, ne présentait pas de cellules dans le liquide ; mais le troisième flacon, qui n'avait pas été débouché jusque-là, renfermait un grand nombre de belles cellules elliptiques, ovoïdes ou globuleuses, avec un noyau blanc opaque dans les petites et dans les moyennes, deux dans les plus grandes. Le reste du contenu de ces utricules était transparent, très-limpide et non opalin comme il l'est dans les cellules de levûre ; la membrane en était fort distincte, et les plus grandes de ces cellules avaient $0^{mm},0075$.

Le même jour, un des flacons d'eau sucrée pure montrait des cellules semblables, mais les plus grosses étaient un peu plus petites que celles du flacon qui avait reçu du sel ammoniacal ; elles n'avaient que $0^{mm},006$. Dans l'un et l'autre flacon flottaient des groupes d'un nombre quelquefois considérable de cellules, semblables aussi à ceux que constituent fréquemment les jeunes cellules de levûre dites nées spontanément.

Le 25 octobre, ayant à ma disposition deux flacons de moût du 8 de ce mois, qui jusque-là n'avaient pas produit de levûre alcoolique, je les ensemençai avec un peu du liquide des deux flacons producteurs de cellules.

Six jours après, le 1er novembre, le flacon ensemencé avec les cellules de l'eau sucrée pure donnait une très-forte effervescence à l'ouverture, bien que les cellules qui s'étaient multipliées n'eussent pas dépassé le volume maximum qu'elles avaient au

moment de leur transport ou semis dans ce flacon. Le 8 novembre, le flacon est ouvert de nouveau ; l'effervescence est très-forte également ; les cellules ont grossi, mais elles n'ont pas encore l'aspect de la levûre parfaite. Pensant que le sucre est en trop faible quantité, j'en ajoutai en solution passée cinq fois à travers le même filtre, et, le 22 novembre, le bouchon étant repoussé malgré des liens en croix, une effervescence extrêmement énergique eut lieu à l'ouverture. Les cellules en groupes et celles qui étaient libres dans le liquide avaient tout à fait la même apparence, et c'était celle de cellules de levûre ordinaire, à contenu déjà un peu granuleux.

Bien que les cellules produites par l'eau sucrée pure aient excité la fermentation au bout de six jours, leur métamorphose en levûre parfaite avait été lente ; au contraire, la transformation des cellules nées dans l'eau sucrée additionnée de tartrate d'ammoniaque fut plus prompte. Dès le 12 novembre, toutes étaient changées en levûre ; elles étaient plus jeunes, il est vrai, étant nées un peu plus tard, et nous avons vu qu'elles étaient malgré cela un peu plus volumineuses.

Le 5 décembre, je possédais encore un flacon avec cellules nées dans l'eau sucrée pure, et un autre avec cellules nées dans l'eau sucrée additionnée d'un peu de tartrate d'ammoniaque. A l'ouverture du premier, il n'y eut pas la moindre effervescence. A l'ouverture du second, une effervescence extrêmement énergique eut lieu. Ouvert de nouveau le 11 décembre, l'effervescence fut de même très-considérable ; et pourtant toutes les cellules renfermées dans ce flacon avaient encore tous les caractères des cellules spontanées de l'eau sucrée. Elles offraient encore leur noyau blanc, mais à la périphérie le contenu commençait à devenir opalin.

Il me reste à dire quelle est la nature de ces singulières cellules, à quel végétal appartiennent les filaments qu'elles produisent en germant, car elles germent en grand nombre dans les flacons d'eau sucrée même où elles sont nées.

Le 24 octobre, beaucoup de cellules de ces flacons d'eau sucrée pure étaient deux à trois fois plus longues que larges, sou-

vent recourbées en rein, et chacune était munie de deux magnifiques noyaux blancs. Quantité de ces cellules avaient déjà germé dans les flacons mêmes, comme je viens de le dire, et produit des filaments quelquefois longs et ramifiés.

Le 26 octobre, je plaçai des flocons de ces filaments encore très-grêles sur une lame de verre disposée sur un support, sous un verre à boire renversé dans une soucoupe contenant de l'eau. Ils se sont allongés et ramifiés davantage, mais n'ont pas fructifié. Le 15 novembre, je déposai sur une autre lame de verre des filaments plus âgés et plus forts. Dès le 20 novembre, il en était né de beaux pinceaux de *Penicillium*. Les filaments qui portaient ces pinceaux avaient la même constitution que les filaments qui existaient dans le flacon ; les uns et les autres offraient de distance en distance un granule blanc (1).

Pendant l'accroissement des jeunes filaments, les branches des diverses plantules s'entre-croisent en se ramifiant toujours. Parfois l'extrémité d'un rameau, rencontrant un autre filament, le suit en continuant de s'allonger, et reste intimement appliqué à sa surface. Ailleurs, les extrémités de deux rameaux se rapprochent et se greffent. Il en est de même entre de courtes ramifications latérales, que des branches voisines émettent dans

(1) Des cellules analogues ont déjà été vues plusieurs fois. En 1830, Amici déclara en avoir observé dans les pleurs de la vigne. Il en naquit des filaments qu'il regarda comme appartenant à une conferve.—Dutrochet annonça en 1834 que les solutions albumineuses un peu acidulées produisent des Monilies, et que les mêmes liquides rendus légèrement alcalins par la potasse ou la soude donnent des Botrytis. Il crut d'abord à une formation de germes invisibles par la matière organique, sous l'influence des acides ou des alcalis, puis il abandonna cette opinion uniquement parce qu'il découvrit que les végétaux obtenus sont pourvus de spores. — En 1838, Turpin dit avoir obtenu une levûre et la fermentation vineuse d'une solution d'albumine de l'œuf et de sucre dans l'eau, à la température de 30 à 35 degrés. Les cellules de cette levûre, en germant, lui ont donné des plantules qu'il a nommées *Leptomitus albuminis*. — MM. Andral et Gavarret ont décrit, en 1843, des cellules qu'ils virent naître de la substance albumineuse du sérum du sang additionné d'un peu d'acide sulfurique, et ensuite étendu d'eau. Ils ont suivi le développement de ces cellules, et en ont obtenu le *Penicillium glaucum*. Ayant placé de ces cellules ou de ce végétal dans une simple solution de sucre, ils ne leur ont pas trouvé la faculté d'exciter la fermentation. — M. Berthelot, qui a aussi décrit des cellules analogues en 1857, ne les a pas vues non plus déterminer la fermentation alcoolique.

le but de s'anastomoser. Les extrémités de deux de ces ramifications opposées s'avancent l'une vers l'autre, se joignent et s'unissent. Il en résulte un lacis inextricable, et c'est de ce lacis que s'élèvent dans l'air, au-dessus du liquide qui l'imprègne ou le baigne, les rameaux qui doivent porter les pinceaux.

D'abord simples et translucides, comme les filaments immergés, ces rameaux deviennent sombres, noirs, brillants, et produisent à leur extrémité quelques courtes cellules en nombre variable, dont chacune porte une série de spores. Ces cellules ou basides ne naissent pas simultanément ; aussi n'est-il pas rare de les trouver chargées d'une quantité inégale de spores. Quelques-unes en ont déjà plusieurs, quand d'autres n'en ont que quatre, trois, deux, une ou pas du tout. Chaque pinceau a six à huit chaînes ou séries de spores globuleuses, et chaque série possède jusqu'à cinquante de ces spores ou davantage.

Mais ce n'est pas là tout. De ce même flocon ou lacis, placé sur ma lame de verre, s'élèvent çà et là d'autres pédicelles qui deviennent noirs et brillants comme les premiers. Au lieu de porter un pinceau, chacun d'eux est terminé par une sphérule, d'abord fort petite, qui peut n'avoir que $0^{mm},007$ de diamètre ; elle grossit graduellement, et peut atteindre $0^{mm},04$. On ne voit pas de spores à son intérieur, et elle ne doit pas être rapportée à un *Ascophora* ou à un *Mucor*. Bien que cette tête ait assez de densité pour se plisser à sa surface, je ne crois pas qu'elle soit pourvue d'une membrane, car j'ai vu une telle sphérule glisser du sommet du pédicelle sur sa partie moyenne, et des gouttelettes ou globules de la même substance sont parfois adhérents aux chaînes de spores à des hauteurs diverses. Ces têtes ou sphérules ressemblent donc à une goutte d'un liquide particulier, très-réfringent, vraisemblablement sécrété par le sommet du pédicelle. Parfois même cette substance, avec l'aspect d'une goutte liquide, enveloppe les cellules basilaires des séries de spores, et, à la base d'autres pinceaux, on trouve cette matière sombre comme en partie résorbée, et laissant apercevoir les basides.

D'autres cellules germées du même flacon d'eau sucrée, pla-

cées le 2 décembre sur une lame de verre disposée comme il a été dit plus haut, n'avaient pas encore produit de spores le 6 du même mois. Alors, une goutte de moût préparé la veille ayant été ajoutée, les filaments se comportèrent de trois manières différentes, du 9 au 11 décembre. A une place très-étendue, les filaments, devenus très-forts, produisirent de nombreux pinceaux, dont les pédicelles s'étaient ramifiés en se bi- ou trifurquant deux ou trois fois. A une autre place très-étendue également, les filaments, quoique forts aussi, n'avaient cependant pas émis de ramifications s'élevant au-dessus de la surface du liquide. De nombreux rameaux terminaux ou latéraux des branches principales se découpaient en conidies elliptiques, ou deux ou trois fois plus longues que larges, et donnaient ainsi la forme oïdioïde, analogue à celle que, le 20 juillet, j'ai dit provenir de la germination de cellules de la levûre de bière. Enfin, à une troisième place plus étendue encore que les deux autres, les filaments, beaucoup plus grêles ($0^{mm},0016$ de largeur), ont donné des plantules qui ne se rapportent plus aux *Arthrosporées* (Lév.), comme les deux formes précédentes, mais plutôt aux *Cladobotryées* (Lév.). Des filaments immergés ou émergés émettent des pédicelles grêles aussi et assez courts, qui sont terminés par 2, 3, 4, 5, 6 à 12 cellules ou sporidies simples, obovées, groupées au sommet non renflé du pédicelle.

Je m'attendais à voir surgir cette petite plante de mes filaments les plus grêles, parce que depuis assez longtemps je la vois sortir de filaments que je considérais comme des plus ténus du *Penicillium*. Son apparition ici semble donner un grand appui à cette conjecture. Les apparentes sporidies, en effet, qui terminent les pédicelles, ne pourraient-elles pas être les basides stériles d'un pinceau incomplet sur des individus chétifs? Je n'ai trouvé cette plante décrite ou figurée ni dans Corda, ni dans les autres ouvrages que j'ai à ma disposition.

Conclusions. — Les expériences qui précèdent démontrent de nouveau : 1° que les cellules de la levûre peuvent naître dans du moût de bière, sans semis de spores ou de cellules quelconques;

2° que des cellules de même forme que celles de la levûre de bière, mais à contenu d'aspect très-différent, naissent dans de l'eau sucrée pure ou additionnée d'un peu de tartrate d'ammoniaque, et que ces cellules sont susceptibles de déterminer la fermentation de liquides appropriés et dans des conditions favorables; 3° que les cellules ainsi formées produisent le *Penicillium* comme les cellules de la levûre de bière; 4° que, d'un autre côté, des spores ou conidies de *Penicillium* paraissent susceptibles de se transformer en levûre, et qu'alors même le plus grand obstacle que l'on ait à surmonter pour arriver à une conviction est la génération dite *spontanée*, qui vient presque toujours mêler ses produits à ceux que l'on cherche.

Nota. — Les cinq communications qui précèdent sont extraites des *Comptes rendus de* 1868, t. LXVII, p. 137, 212, 362, 476, 1153.

ANATOMIE DE L'UTRICULAIRE COMMUNE,

Par M. Ph. VAN TIEGHEM,

L'étude anatomique des végétaux submergés offre au physiologiste un grand intérêt ; elle lui apprend jusqu'à quel point la vie aquatique peut modifier la structure d'une plante, en la séparant des végétaux aériens de sa famille pour la rapprocher au contraire d'autres plantes submergées comme elle, mais que l'organisation de leur fleur rattache à des ordres naturels souvent fort éloignés. C'est ainsi, par exemple, que M. Caspary a montré, en 1858, qu'une Dicotylédone polypétale aquatique de la famille des Droséracées, l'*Aldrovandia vesiculosa*, possède la même structure que les Monocotylédones submergées qui constituent, au sein de la famille des Hydrocharidées, la tribu des Hydrillées, notamment l'*Elodea Canadensis* (1). Je présente aujourd'hui un nouvel exemple de cette simplification anatomique ; il nous est offert cette fois par une Dicotylédone gamopétale de la famille des Lentibulariées, l'*Utricularia vulgaris*, dont je vais décrire brièvement la structure.

La tige de l'*Utriculaire commune* possède un faisceau axile entouré d'un parenchyme cortical. Le parenchyme est creusé d'un cercle d'environ douze lacunes entrecoupées par des planchers transversaux perforés. Ces canaux aérifères sont séparés : du milieu extérieur, par deux assises alternes de cellules à chlorophylle entièrement semblables par la forme, les dimensions et le contenu des éléments ; du faisceau central, par deux ou trois rangées de cellules de même nature ; et les uns des autres, par des murs unisériés. Il en résulte qu'il n'y a ici ni épiderme, même au sens le plus large que l'on puisse donner à ce mot, ni couche protectrice du corps central. Le faisceau axile est constitué par

(1) Caspary, *Bulletin de la Société botanique de France*, 1858 ; *Botanische Zeitung*, 1859 et 1862.

des cellules étroites et longues, pleine d'un liquide granuleux azoté, munies de cloisons transverses horizontales, et dont la paroi, mince dans les parties jeunes, s'épaissit notablement par les progrès de l'âge, en demeurant toutefois blanche, brillante et dépourvue de ponctuations. Ces éléments sont donc de la nature de ceux auxquels M. Caspary a appliqué le nom de *cellules conductrices simples*. L'axe du faisceau est occupé par un unique vaisseau étroit, formé par une file de cellules superposées, à cloisons transverses fortement obliques et imperforées; ces cellules sont annelées, et leurs anneaux assez espacés alternent çà et là avec quelques tours de spire. Ce vaisseau appartient donc à la classe des vaisseaux imparfaits, sur lesquels M. Caspary a appelé, en 1862, l'attention spéciale des anatomistes, et qui, très-répandus chez les Monocotylédones où M. Mohl les décrivait dans les Palmiers dès 1831, sont très-rares, au contraire, chez les Dicotylédones, où leur présence exclusive dans tous les organes n'a été signalée jusqu'à présent que dans l'*Aldrovandia*, le *Monotropa*, le *Nelumbium* et les Nymphéacées (1). Ce vaisseau est permanent; on le retrouve dans toute la longueur de la tige ; sa paroi ne se résorbe pas par les progrès de l'âge. Mais il n'est pas seul à toute hauteur dans le faisceau central, car, si l'on s'élève du milieu d'un entre-nœud où le vaisseau est encore unique vers l'insertion de la feuille suivante, on voit que du vaisseau axile s'en détache un autre qui se dirige lentement vers l'extérieur en déterminant sur la coupe transversale un rayon qui marque la position de la feuille ; arrivé au nœud, ce vaisseau excentrique entraînant avec lui un groupe de cellules conductrices émerge après s'être dédoublé ; de sorte que dans chacune des divisions principales de la feuille pénètre un faisceau formé de quelques cellules conductrices et d'un vaisseau annelé, imparfait et persistant, qui en occupe le bord supérieur.

On voit que pour tous les points essentiels, cette structure est identique avec celle des Hydrillées, de l'*Elodea canadensis*,

(1) Caspary, *Monatsberichte der Berliner Academie*, juillet 1862.—Je me suis assuré que dans le pétiole des *Gunnera*, tous les vaisseaux ont ce mode d'organisation.

par exemple. La seule différence est que l'unique vaisseau, annelé et imparfait de part et d'autre, est transitoire chez l'*Elodea*, où on ne le retrouve que dans le bourgeon terminal, tandis que chez l'Utriculaire il persiste dans tous les organes et pendant toute la durée de leur végétation. De même, la tige de l'Utriculaire ne diffère de celle de l'*Aldrovandia* que par le développement chez cette dernière d'un groupe de plusieurs vaisseaux au centre du faisceau conducteur, et par la résorption qui les frappe tous de bonne heure pour ne laisser qu'une lacune à leur place, excepté dans le bourgeon terminal et aux nœuds de la tige où ils subsistent. La destruction précoce des vaisseaux, si fréquente qu'elle soit chez les plantes submergées ou seulement marécageuses, n'est donc pas un effet nécessaire de la vie aquatique, comme on le voit d'ailleurs par les *Myriophyllum*, *Trapa*, *Nelumbium*, *Hottonia*, etc., qui, avec une organisation plus perfectionnée que celle de l'Utriculaire, ont, comme elle, leurs vaisseaux persistants.

C'est encore au même type de structure avec résorption du vaisseau axile dans les entre-nœuds longs que se rattache la tige de l'*Althenia filiformis*, Potamée des étangs maritimes, dont M. Prillieux a fait connaître l'organisation en 1864, et dont les fleurs diclines se réduisent : l'une à une étamine uniloculaire bordée d'une coupe à trois dents, l'autre à un carpelle nu et uniovulé (1). Enfin, la tige des Podostémées, Dicotylédones à fleurs nues ou apétales qui vivent submergées au fond des eaux douces des régions tropicales, possède, suivant M. Tulasne, une organisation sinon identique, au moins fort analogue par sa simplicité (2).

Du rapprochement de ces faits, il résulte qu'une seule et même structure anatomique se retrouve chez une série de plantes aquatiques submergées, que l'organisation de la fleur, du fruit et de la graine rattache cependant aux divisions les plus éloignées de l'embranchement des Phanérogames : chez des Monocotylédones, les unes à fleurs déclines et aussi dégradées que

(1) Prillieux, *Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. II, 1864.
(2) Tulasne, *Podostemacearum monographia* (*Arch. du Muséum*, t. IV, 1852).

possible comme l'*Althenia filiformis*, les autres à fleurs complètes et munies d'un ovaire infère comme les Hydrillées, en même temps que chez des Dicotylédones dont les unes ont la fleur nue ou apétale comme les Podostémées, d'autres la fleur complète et dialypétale comme l'*Aldrovandia vesiculosa*, d'autres encore la fleur gamopétale comme les Utriculaires; et ce dernier exemple n'est peut-être pas le moins instructif de tous, puisqu'il porte sur une de ces plantes qu'on est habitué à regarder comme occupant par la structure de leur fleur les rangs les plus élevés parmi les Phanérogames.

Mais là ne se borne pas l'intérêt de notre étude. On sait qu'au temps où l'Utriculaire doit fleurir, le gaz qui remplit le système lacunaire s'introduit dans les innombrables ampoules que portent les feuilles pour s'y substituer au liquide qu'elles contenaient jusqu'alors : ainsi allégée et ne possédant pas de racines qui la retiennent au sol, la plante s'élève et vient flotter à la surface de l'eau; puis elle développe çà et là, à l'aisselle d'une feuille, un bourgeon qui s'allonge verticalement en un rameau aérien, et c'est à l'aisselle des bractées supérieures de ce rameau que naissent les pédicelles floraux. Or, s'il est vrai que la dégradation anatomique que nous venons de signaler dans le système vasculaire de la tige submergée soit produite par la vie aquatique, nous devrons retrouver dans le rameau florifère qui est soustrait à ce genre de vie la structure ordinaire aux Dicotylédonés annuels; c'est précisément ce qui a lieu. Le rameau floral possède, comme la tige submergée, un parenchyme cortical creusé d'un cercle d'environ trente lacunes aérifères limitées en dehors et en dedans par plusieurs assises de cellules, et séparées l'une de l'autre par des murs unisériés; mais le système vasculaire y est tout autrement construit; il forme un étui continu autour d'une large moelle centrale. Cet étui est constitué par plusieurs assises de cellules fibreuses fort allongées auxquelles succède immédiatement une zone de nombreux vaisseaux, la plupart annelés, quelques-uns spiralés, sans trachées déroulables; ces vaisseaux sont d'ailleurs tous formés, comme le vaisseau unique de la tige submergée, par une file de cellules superposées à cloi-

sons transverses fortement obliques et imperforées. Ils sont directement en contact par leur face interne avec les larges cellules de la moelle. Celle-ci est creusée d'une grande lacune provenant de la destruction de ses cellules centrales; elle n'est pas homogène, on y rencontre un petit nombre de fascicules dépourvus de vaisseaux, et formés chacun de quelques cellules étroites et fort longues, à paroi épaissie, brillante et non ponctuée ; il faut y voir sans doute le prolongement dissocié du faisceau conducteur de la tige. Quoi qu'il en soit, cette structure est fort différente de celle des axes submergés, et très-analogue à celle de beaucoup de Dicotylédonés annuels. Le rameau florifère la possède d'ailleurs à partir de son point d'insertion sur la tige aquatique, tandis que celle-ci conserve jusqu'en ce même point celle qui lui est propre. Il y a donc saut brusque d'une organisation à l'autre, comme il y a à la surface passage immédiat du milieu aquatique au milieu aérien. Le pédicelle de la fleur possède la même structure.

Nous devons donc voir dans un pied fleuri d'Utriculaire comme deux êtres différents insérés l'un sur l'autre : l'être aquatique, végétant horizontalement sans racines, pouvant tour à tour s'élever à la surface de l'eau ou en gagner les profondeurs, et l'être aérien dressé vers le ciel produisant les fleurs à son sommet, et implanté sur le premier qui lui sert de sol, ou pour mieux dire de racines. Chacun de ces êtres, non-seulement accomplit une fonction spéciale dans un milieu particulier, mais possède encore une structure intime appropriée à cette fonction et à ce milieu, et la différence à cet égard est si grande entre eux, que tout anatomiste à qui l'on soumettrait des fragments isolés de ces deux axes, n'hésiterait pas à déclarer qu'ils appartiennent à des types végétaux distincts et fort éloignés.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

SUR LA NATURE DU PIGMENT DES *FUCOIDÉES*

Par M. A. MILLARDET.

Malgré les nombreuses recherches qui ont été publiées dans ces dernières années sur les matières colorantes des Algues, le pigment des Fucoïdées est encore extrêmement peu connu. En 1865, M. Cohn proposa pour le désigner le nom de *phæophylle*, se bornant à indiquer son identité probable avec la *diatomine* (Næg.) et son affinité pour la chlorophylle (1). En 1867, il revient sur cette question dans ses *Beitrage zur Physiologie der Phycochromaceen* (2), mais sans modifier notablement ses conclusions antérieures.

Dans un travail sur les pigments qui date de la même année, M. Askenasy avait fait espérer une prochaine publication sur la matière colorante des Fucoïdées ; mais rien n'a paru jusqu'à présent. C'est à M. Rosanoff (3) qu'on doit, autant que je sache, les recherches les plus récentes et les plus complètes sur le sujet qui nous occupe. Bien que son mémoire ait pour objet essentiel l'étude de la matière colorante des Floridées, il a pu, grâce à des observations nombreuses sur les Fucoïdées, jeter aussi une plus vive lumière sur la nature de la *phœophylle*.

D'après lui, ce pigment « est concentré dans des granules » protoplasmatiques qui affectent différentes formes, à l'instar » des grains de chlorophylle (*Op. cit.*, p. 195). — Les Phæospo» rées donnent avec l'alcool une solution vert émeraude ou d'un

(1) *Ueber einige Algen von Helgoland, in Beiträge zur näheren Kenntniss der Algen von Rabenhorst.* Heft. II, p. 19.

(2) *Archiv für mikroskopische Anatomie von Max Schultze.* Bd. II, p. 44.

(3) *Observations sur les fonctions et les propriétés des pigments de diverses Algues* (*Mémoires de la Société des sciences naturelles de Cherbourg*, t. XIII, 1867). (*Ann. des sciences naturelles*, 5e série, t. IV, p. 320.)

» vert brun qui possède tous les caractères d'une solution de » chlorophylle. Si on les broie avec de l'eau, on obtient parfois » un liquide jaunâtre paraissant doué d'une fluorescence verte..., » et qui se décolore complétement à la lumière solaire. » Enfin il lui paraît « permis de supposer, dans les Phæosporées, » l'existence d'un pigment particulier à côté de la chlorophylle » (*loc. cit.*, p. 214).

Ce qui suit démontrera, je l'espère, que ces conclusions, bien que réalisant un progrès dans la connaissance de la phæophylle, ont cependant besoin d'être modifiées dans quelques points.

Dans une note récente, j'ai fait connaître les résultats de recherches exécutées en commun avec M. le professeur Kraus sur la matière colorante des Phycochromacées et des Diatomées (1). Il résulte de ce travail que la solution alcoolique verte fournie par ces plantes, et que l'on avait considérée jusqu'alors comme de la chlorophylle ordinaire, est un mélange de chlorophylle et d'un pigment jaune nouveau, lequel a reçu le nom de *phycoxanthine*. C'est en continuant mes études sur cette dernière matière colorante que je fus amené à étudier le pigment des Fucoïdées. J'ai acquis la certitude que la liqueur verte fournie par la digestion de ces plantes dans l'alcool absolu n'est pas une solution de chlorophylle ordinaire, pas plus que celle que donnent dans les mêmes circonstances les Phycochromacées et les Diatomées. Comme pour ces plantes, elle contient de la chlorophylle et de la phycoxanthine.

Je crois utile de donner quelques détails sur le procédé opératoire que j'ai suivi.

En 1867, je récoltai à Cherbourg une grande quantité de Fucoïdées en pleine végétation. Ces plantes furent séchées rapidement à l'ombre dans un courant d'air, puis plongées dans de l'eau douce, afin de les débarrasser autant que possible des sels qui formaient une efflorescence à la surface. Dans cet état, elles furent soumises à l'action d'une presse, de manière à former des

(1) *Comptes rendus*, LXVI, p. 505. Voyez pour plus de détails, *Études sur la matière colorante des Phycochromacées et des Diatomées*, Kraus et Millardet (*Mémoires de la Société des sciences naturelles de Strasbourg*, t. VI, p. 23).

tablettes compactes. En limant ces tablettes avec une lime grossière, j'obtenais facilement une poudre très-ténue qui, mise en digestion dans de l'alcool absolu, à la température ordinaire, donna, au bout de vingt-quatre à quarante-huit heures, une belle solution vert olive. Après avoir filtré cette solution, j'y ajoute une petite quantité d'eau (un dixième environ), puis un à deux volumes de benzine : j'agite vivement, et le mélange ne tarde pas à se séparer par le repos en deux couches : l'inférieure de couleur jaune, la supérieure verte. La première est une dissolution impure de phycoxanthine dans l'alcool ; la deuxième est constituée par la benzine, qui retient la chlorophylle avec quelques matières grasses.

Ces solutions contiennent toujours une certaine quantité de matières grasses et de sels qui en masquent légèrement les réactions caractéristiques. J'ai réussi à me procurer les deux pigments en question, dans un état de pureté plus satisfaisant, en faisant bouillir pendant une heure dans de l'eau des frondes fraîches de *Fucus vesiculosus* et *serratus* coupées en tranches aussi minces que possible. Non-seulement l'ébullition n'altère pas les pigments dont il s'agit, mais elle offre encore l'avantage de favoriser leur dissolution dans l'alcool. Malgré cela, ce n'est qu'au bout de quelques semaines que l'on obtient par ce second procédé une liqueur vert sombre d'une coloration suffisamment intense.

Les Fucoïdées sont, de toutes les plantes, celles qui contiennent la plus forte proportion de phycoxanthine ; par là s'explique en partie la couleur jaune verdâtre que présentent beaucoup d'espèces. Des plantes, telles que les *Leathesia marina*, *Dictyota dichotoma*, *Cutleria multifida*, *Halyseris polypodioides*, ne doivent vraisemblablement contenir qu'une petite quantité de chlorophylle. Il ne faut cependant pas perdre de vue que les Diatomées, malgré leur couleur jaune habituelle, possèdent ce dernier pigment en proportion notable.

Voici le nom des espèces que j'ai étudiées, et dont le pigment m'a présenté les propriétés dont il vient d'être question :

Analysées à l'état sec : *Fucus serratus* L., *F. nodosus* Ag.,

F. vesiculosus L., *Halidrys siliquosa* Lingb., *Laminaria saccharina* Lam., *L. digitata* Lam., *Elachista spec.*

A l'état frais : *Fucus vesiculosus* et *serratus*.

Il est donc permis de regarder comme certaine la présence de la phycoxanthine dans l'ordre entier des Fucoïdées.

Mais, outre ces deux pigments solubles dans l'alcool, les Fucoïdées, à l'exemple des Phycochromacées et des Floridées, en contiennent un soluble dans l'eau. C'est ce pigment que M. Rosanoff a entrevu (voyez la citation rapportée plus haut), et dont il admet avec doute l'existence dans les Phæosporées. Comme il est nouveau, je proposerai pour le désigner le nom de *phycophæine*, qui indique à la fois sa provenance et sa couleur.

On peut constater, au microscope, l'existence de la *phycophæine* sur des coupes minces de Fucacées, que l'on a laissées digérer dans l'alcool absolu jusqu'à décoloration complète des granules pigmentaires. La chlorophylle et la phycoxanthine ont disparu, et il ne reste plus dans l'utricule primordial contracté qu'une matière rouge brun, qui est le nouveau pigment dont nous nous occupons.

A l'état normal, la *phycophæine* est dissoute dans les granules pigmentaires, ou plutôt combinée avec leur substance en même temps que la chlorophylle et la phycoxanthine. Dans les jeunes cellules, elle semble teindre d'une manière uniforme la masse tout entière du protoplasma avec les deux autres pigments. C'est ce qui ressort des remarques de M. Cohn sur le *Dictyota*, et de celles de M. Rosanoff sur le *Fucus serratus* (mémoires cités). Mes observations sur les *Fucus nodosus* et *serratus*, ainsi que sur les *Laminaria digitata* et *saccharina*, confirment complétement les conclusions de ces deux observateurs.

Pour préparer la *phycophæine* en grande quantité, je me suis servi des Algues desséchées, ainsi que je l'ai indiqué précédemment. La poudre que l'on en obtient au moyen d'une râpe ou d'une lime est mise en digestion dans un volume double d'eau, et le tout est abandonné à lui-même, pendant huit jours, à la température ambiante (j'expérimentais en juillet). On exprime

alors à travers un linge, puis on filtre. Il passe lentement un liquide filant, légèrement opalin, d'un rouge brun. Comme il contient, outre la *phycophæine*, un grand nombre de substances étrangères, après l'avoir fait évaporer lentement à une douce chaleur jusqu'à siccité presque complète, on lave le résidu avec de l'alcool assez concentré pour qu'il reste incolore. Ainsi débarrassé d'une partie de ses impuretés, le résidu est repris par l'eau, où il se redissout plus facilement toutefois à chaud qu'à froid.

La *phycophæine* évaporée dans une capsule se présente sous forme d'un enduit couleur de terre de Sienne, absolument insoluble dans l'alcool concentré, la benzine, l'éther, tant à froid qu'à chaud ; légèrement soluble dans l'alcool très-dilué. Dans l'eau, elle se dissout lentement.

La solution aqueuse saturée est d'un rouge brun intense. L'ébullition ne l'altère pas; elle semble seulement prendre une teinte plus foncée. Abandonnée à elle-même au contact de l'air, elle ne tarde pas à se couvrir d'abondantes moisissures, et se décolore lentement. Le phénomène a lieu aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière ; aussi ne puis-je me rattacher à l'opinion de M. Rosanoff qui fait jouer à la lumière solaire un rôle prépondérant dans cette décoloration, et surtout dans celle de la phycoérythrine et de la phycocyane. J'ai conservé pendant trois mois exposées au soleil de l'été des solutions de phycocyane et de *phycophæine* dans des tubes à demi remplis et à peine bouchés, sans que la couleur en fût sensiblement diminuée. J'avais eu soin, pour empêcher la fermentation, d'y verser un volume égal de glycérine concentrée.

L'alcool absolu, à volume égal, y produit un léger trouble à froid. Si l'on fait bouillir, il se forme un précipité floconneux d'un brun très-clair. Le liquide conserve sa couleur primitive, mais elle est moins intense. Repris par l'eau, le précipité se dissout entièrement à froid.

L'acide chlorhydrique fumant y détermine d'abord un trouble, et, à volume égal, la formation d'un précipité abondant, d'un brun roux, insoluble dans un excès d'acide, même à l'ébullition.

Les acides sulfurique et azotique très-concentrés y produisent à petite dose un précipité floconneux brun-rougeâtre.

La potasse caustique concentrée et l'ammoniaque, soit à froid, soit à chaud, ne font que décolorer légèrement la solution.

La glycérine se mélange en toutes proportions à la solution aqueuse : un mélange à volume égal se conserve pendant une année sans s'altérer, la coloration devient seulement un peu plus foncée.

Contrairement à l'opinion de M. Rosanoff, la solution aqueuse de phycophæine ne m'a offert aucune trace de fluorescence. Cependant je ne la nie pas absolument, ayant opéré avec des lentilles et des vases de verre.

Tels sont les caractères les plus importants de la *phycophæine.* Je me suis assuré de sa présence dans plusieurs espèces des genres *Fucus*, *Halidrys*, *Laminaria*, *Dictyota*, *Ectocarpus*, *Elachista.*

En résumé, la phæophylle (Cohn) est une matière colorante complexe formée de chlorophylle, de phycoxanthine et phycophæine.

LE *COLEANTHUS SUBTILIS*,

DANS LE DÉPARTEMENT D'ILLE-ET-VILAINE,

Par M. S. SIRODOT,

Professeur de zoologie et de botanique à la Faculté des sciences de Rennes.

Pendant ces dernières années, la *Flore française* s'est enrichie d'une très-petite mais fort intéressante graminée, le *Coleanthus subtilis*, que le *Genera Plantarum* d'Endlicher confinait dans quelques régions marécageuses de la Bohême, et qu'un peu plus tard on retrouvait plus au nord, en Suède et en Norwége. Les meilleurs échantillons de l'herbier du Muséum ont été recueillis par M. Blytt, dans les environs de Christiania.

Dans nos départements de l'ouest le *Coleanthus subtilis* a été découvert à différentes dates. Au mois d'octobre 1863, M. Georges de l'Isle récoltait pour la première fois cette curiosité botanique sur les rives desséchées de l'étang du Grand-Auverné (Loire-Inférieure); mais pendant les années suivantes on l'y cherchait inutilement. En 1865, M. l'abbé Ravain la retrouvait à l'étang de la Gravoyère, près de Combrée (Maine-et-Loire); enfin, au mois d'octobre 1867, M. James Lloyd, auteur de la *Flore de l'Ouest*, adressait à M. Jules Gallée, l'un de mes auditeurs, botaniste déjà fort habile, un échantillon récolté sur les bords de l'Étang-au-Duc, près de Ploërmel (Morbihan).

Le *Coleanthus subtilis*, qui, dans chacun de ces trois départements voisins, n'est connu que dans une localité unique, abonde dans le département d'Ille-et-Vilaine. Très-commun dans six étangs, au point de recouvrir de très-grandes surfaces, il s'est montré beaucoup moins répandu dans deux autres. Ces huit localités ont été relevées par M. Jules Gallée et moi, pendant les loisirs des vacances de l'année 1868.

Pendant les mois d'août, de septembre, d'octobre et la première quinzaine de novembre, nous avons visité et scrupuleusement examiné la végétation des bords desséchés de trente-deux étangs répartis sur toute l'étendue du département.

Les huit localités où nous avons récolté le Coleanthus, sont :

L'étang de Hédé, arrondissement de Rennes ;

Les étangs de Beaufort, Villecartier et du moulin de Trémigon, arrondissement de Saint-Malo ;

Les étangs de Carcraon et de Marcillé-Robert, arrondissement de Vitré ;

Les étangs de Paimpont et de Comper, arrondissement de Montfort.

De ces huit localités il n'en est que deux où la plante soit peu commune ; ce sont les étangs du Moulin de Trémigon en Bonnemain et de Marcillé-Robert.

Des recherches si multipliées, et faites dans un si grand nombre de localités différentes, devaient nous conduire à une détermination assez précise des conditions dans lesquelles le *Coleanthus subtilis* se développe. Dans les six localités où la plante est si commune qu'elle forme, à la limite des basses eaux, des rives gazonnantes fort étendues, l'étang se développe sur une surface de 100, 200, 300 hectares. Le fond est toujours un sable fin mélangé d'une petite quantité de vase ; partout où le sable devient plus grossier la plante disparaît ; enfin, l'abaissement du niveau des eaux atteignait de $1^{m},50$ à 3 mètres, et c'est seulement à la seconde limite qu'on pouvait observer des gazons presque continus. A Marcillé-Robert l'étang est vaste, mais le fond en est généralement vaseux ou argileux, à l'exception d'une petite région de la rive sud qui est bien sablonneuse, et là seulement se trouve une toute petite localité pour notre graminée. A l'étang du moulin de Trémignon le fond est sablonneux ; il est sur granit ; mais ce sable est grossier, et ce n'est que là où le sable plus fin s'unit à une petite quantité de vase que j'ai pu récolter quelques pieds épars.

Parmi les grands étangs sur les rives desquels nous avons inutilement cherché le *Coleanthus subtilis*, il faut citer ceux de Martigné-Ferchaud, du Boullet, de Chatillon-en-Vendelais, de Paintourteau et le grand étang de la lande d'Ouée, parce que le fond en est argileux à Martigné-Ferchaud et au Boullet ;

caillouteux à Châtillon; herbeux à Paintourteau et à la lande d'Ouée. Le *Coleanthus* n'est accompagné que d'un petit nombre de plantes qui, pour la plupart, n'étaient que peu ou point connues dans le département.

Ainsi le *Coleanthus subtilis* n'a été rencontré dans le département d'Ille-et-Vilaine que sur le bord des étangs : 1° vastes et profonds; 2° à fond sablonneux et nu; 3° dont le niveau des eaux s'était abaissé de 1^{m},50 à 3 mètres.

La condition d'un abaissement notable du niveau des eaux indique assez qu'il ne faudra point songer à récolter le *Coleanthus subtilis* dans les années pluvieuses, et c'est la raison pour laquelle, après avoir été découvert à l'étang du Grand-Auverné, il n'y a pas été retrouvé pendant trois années consécutives. Dan le département d'Ille-et-Vilaine les étangs de Hédé et de Comper, dont les eaux provenant de sources peu éloignées alimentent des moulins, seront généralement assez bas pendant les mois de septembre et d'octobre pour assurer une cueillette annuelle.

Si, pour la recherche du *Coleanthus*, on voulait trouver un guide dans la constitution géologique du sol, voici, sur ce point, des renseignements précis. Les étangs de Hédé et de Trémigon sont sur granit pur, ceux de Beaufort et de Villecartier sur granit et grauwacke, l'étang de Paimpont sur grès à bilobites, celui de Comper sur schiste rouge quartzifère très-dur, celui de Carcraon sur porphyre et schistes quartzifères, enfin l'étang de Marcillé-Robert sur des schistes fissiles, à l'exception de la localité à *Coleanthus* qui repose sur schistes quartzifères.

Le *Coleanthus subtilis* est une plante annuelle dont la période de végétation est de courte durée. La germination ne commence qu'après le retrait des eaux, mais se poursuit tant que ce retrait persiste ; pendant l'automne exceptionnellement sec de 1868, on pouvait l'observer encore dans la seconde quinzaine d'octobre ; aussi récoltions-nous encore abondamment fleurs et fruits à l'étang de Paimpont, le 2 novembre. Dans cet étang de Paimpont, les localités les plus riches reposaient sur un fond qui, au dire de tous les gens du pays, n'avait pas découvert depuis trente

à quarante ans. N'est-ce pas là un fait fort intéressant qui nous prouve que les graines de cette graminée peuvent se conserver sous l'eau, dans une vase sablonneuse, pendant une longue série d'années? Elles ne germent qu'à la condition d'être mises à sec.

Cette petite graminée émet du collet de la racine un assez grand nombre de tiges, qui, lorsque l'espace est suffisant, s'étalent en une rosette dont le diamètre est compris entre 4 et 8 centimètres. Ce n'est qu'exceptionnellement qu'elle forme des gazons ras et serrés par suite de l'agglomération des graines.

Les feuilles falciformes sont fortement canaliculées; leur gaîne est ample avec une bordure membraneuse et leur ligule triangulaire. Dans les feuilles florales la gaîne dilatée, ventrue, renferme encore toute l'inflorescence à l'époque de l'anthèse; c'est cette particularité qui est exprimée dans la dénomination du genre (κολεός, étui, gaîne; ἄνθος, fleur) fleurs renfermées dans la gaîne.

A l'époque de la floraison, les fleurs, groupées en un glomérule serré, ne laissent que difficilement entrevoir la forme de l'inflorescence; mais les axes de divers ordres s'allongent pendant le développement des graines; alors seulement on peut reconnaître que l'axe principal est généralement plié en zig-zag, et que sur les sommets des angles obtus s'insèrent des faisceaux ombelliformes d'axes secondaires courts, portant des épillets uniflores. Du centre de l'ombelle s'élève souvent un axe, qui, en se ramifiant, produit une petite ombelle de seconde génération d'épillets. A l'aisselle de la feuille florale, entre la base de la gaîne et l'axe principal de l'inflorescence, naît souvent un rameau portant une bractée ovale réduite à la gaîne, et un ou plusieurs petits bouquets de fleurs, dont la floraison tardive n'apparaît que lorsque l'axe principal de l'inflorescence porte déjà des fruits. Cette intéressante particularité permet d'étudier sur le même pied fleurs et fruits. L'axe qui supporte chaque épillet est légèrement renflé à son sommet, et hérissé sur toute sa longueur de denticules subuliformes. L'épillet est nu, les glumes faisant défaut.

La fleur se compose : d'une seule enveloppe florale, les *glumelles*, l'une inférieure, à base largement ovale et carénée, à une seule nervure se prolongeant en arête, l'autre supérieure, d'environ moitié plus courte, bicarénée et à deux nervures ; toutes ces nervures sont denticulées extérieurement ; de deux étamines superposées aux nervures de la glumelle supérieure ; d'un ovaire ovoïde, un peu renflé au sommet quand il est observé suffisamment jeune, et couronné de deux stigmates couverts de papilles cylindriques. Dans cette fleur la seconde enveloppe florale (les glumellules) ne paraît pas représentée ; du moins ne l'avons-nous pas aperçue, bien que nous ayons observé la fleur à un assez fort grossissement.

Pendant la maturation du fruit l'axe qui porte chaque épillet s'allonge en même temps que l'axe principal de l'inflorescence ; alors les glumelles apparaissent souvent à des hauteurs nettement séparées.

Il est important de faire remarquer que les étamines persistent très-longtemps après l'anthèse, que les filets et les anthères desséchés accompagnent fréquemment les fruits presque mûrs. Cette circonstance devra être prise en considération pour rendre compte des divergences qui existent entre les figures qu'ont données de l'ovaire Nées d'Ésenbeck et Reichenbach et ce que nous avons observé sur les plantes vivantes.

Le fruit ellipsoïdal, allongé, atteignant presque la longueur de la glumelle supérieure prolongée de son arête, volumineux vu la petitesse de la plante, est couronné par la base des stigmates et très-finement réticulé à sa surface.

M. Decaisne m'ayant fait remarquer les différences assez accentuées qui existaient entre les esquisses que j'avais faites des différentes parties de la plante et les figures données par Nées d'Ésenbeck dans le *Genera plantarum floræ Germanicæ*, sous la dénomination de *Schmidtia* Tratt., j'ai comparé les échantillons récoltés le 2 novembre 1863, à l'étang de Comper, avec ceux de l'herbier du Muséum provenant des environs de Christiania. La plante de l'étang de Comper, où tous les pieds étaient isolés, est plus robuste que celle du Nord ; les glumelles sont un peu moins transparentes et leurs nervures un peu plus

fortes; les fruits surtout sont plus gros et moins atténués aux extrémités. Un long séjour en herbier de la plante du Nord n'aurait-il pu occasionner ces différences, qu'on ne peut reconnaître d'ailleurs qu'après un examen prolongé ?

Le port de la plante figurée par Reichenbach se rapporte parfaitement à tout ce que j'ai observé quand les individus sont isolés ; mais le dessin de l'ovaire le représente trop atténué à ses extrémités, et c'est la conséquence de ce qu'il a été dessiné assez longtemps après l'anthèse. L'ovaire est encore plus allongé dans les figures données par Nées d'Ésenbeck, et sans doute aussi pour la même raison. Cependant, dans les dessins du *Schmidtia* du *Genera plantarum floræ Germanicæ*, le port de la plante, la forme de l'inflorescence, la forme de l'ovaire, la longueur relative de l'ovaire et des glumelles, la longueur des stigmates dépassant beaucoup l'arête de la glumelle inférieure, enfin le fruit très-allongé et fortement atténué à son extrémité supérieure, me laisseraient des doutes sur l'identité spécifique du type français et du type figuré par Nées d'Ésenbeck, si cette représentation était la reproduction fidèle de la nature.

Les nombreuses localités que nous avons minutieusement examinées dans la recherche du *Coleanthus* nous ont permis d'ajouter plusieurs autres espèces rares à la Flore du département d'Ille-et-Vilaine. Telles sont :

Le *Scirpus Michelianus*, qui, rare à l'étang de Villecartier, est plus commun à celui de Carcraon.

L'*Eleocharis ovata*, rare encore à l'étang de Villecartier, mais très-abondant aux étangs de Paimpont, de Hédé et du Chesnay près Guipel. Cette espèce, de même que le *Coleanthus*, ne devient très-commune qu'après un abaissement très-notable du niveau des eaux.

Enfin le *Nitella hyalina* à l'étang de Paintourteau, dont il occupe presque la moitié de la vaste étendue, et où, dans les eaux profondes, il atteint un développement prodigieux. Au mois de novembre, et sous la glace, il était encore couvert d'anthéridies et de nucules.

LA
TENSION DU TISSU ET SES CONSEQUENCES,

(DIE GEWEBESPANNUNG DES STAMMES UND IHRE FOLGEN),

Par M. le Dr Gregor KRAUS.

Analyse par M. MILLARDET.

Le mémoire de M. Kraus est un des plus importants qui aient été publiés, dans ces dernières années, sur la tension des tissus végétaux. Comme aucun travail original sur ce sujet n'a paru en France, nous croyons être agréable aux lecteurs des *Annales des sciences naturelles* en leur en donnant une analyse aussi détaillée que nous le permettent les limites dans lesquelles nous sommes forcé de nous renfermer.

L'auteur, dans un court exposé historique, rappelle que c'est à M. Hofmeister que l'on doit la création de cette nouvelle branche de la physiologie végétale. A M. Sachs revient plus particulièrement l'honneur d'avoir complété et ordonné en un corps de doctrines les vues exprimées dans différents mémoires par l'éminent physiologiste que nous venons de citer.

Lorsque dans un sarment-tige de Vigne en voie d'allongement on isole, au moyen de coupes longitudinales, la moelle des tissus qui l'entourent, on la voit prendre une longueur bien supérieure à celle qu'elle avait avant l'opération. En même temps qu'elle s'allonge, l'épiderme et le bois se raccourcissent. Il suit de là que, dans le sarment à l'état normal, la moelle, en vertu de son expansivité, allonge les tissus plus extérieurs qui résistent à cette traction par leur élasticité. Les tissus conservent-ils leurs rapports naturels, ils sont à l'*état de tension*. L'organe qu'ils forment par leur assemblage offre une certaine longueur, résultat et expression de l'équilibre qui s'établit entre les deux forces contraires que nous avons signalées. Vient-on, dans le même or-

gane, à rompre les adhérences qui réunissent les différents tissus composants, la tension disparaît, ils tombent à l'*état neutre ;* chacun obéit librement à sa tendance : la moelle à l'expansivité, les tissus extérieurs à l'élasticité, et les longueurs différentes qu'ils prennent sont l'expression et le résultat des forces dont ils étaient naguère le siége.

Un organe, un entre-nœud par exemple, peut être le siége d'une tension considérable sans que rien le révèle au dehors, parce que les forces qui sont en jeu dans son intérieur se font mutuellement équilibre ; mais si l'on vient à troubler cet état, aussitôt la tension devient apparente. C'est ainsi que, si l'on enlève un lambeau d'épiderme sur le côté d'un entre-nœud encore jeune du pédoncule d'une inflorescence, ou bien d'une feuille d'*Allium Cepa*, on voit ces organes se courber énergiquement du côté opposé. Nous verrons plus loin que cette observation bien simple a servi à M. Hofmeister de point de départ pour expliquer les courbures qu'amènent dans certains organes des secousses répétées (1), ainsi que celles que déterminent la lumière et la pesanteur. Dans ce second cas le changement d'équilibre des forces qui sont en jeu dans l'organe à l'état de tension, au lieu d'être amené d'une manière soudaine et de produire un effet brusque, se fait lentement et ne se manifeste que peu à peu.

Mode de tension. — Un tissu isolé s'allonge-t-il, cela veut dire que, dans ses rapports normaux, il est comprimé ; on dit alors qu'il est le siége d'une tension *positive* ou *active.* S'il se raccourcit, la tension est dite *négative* ou *passive ;* avant l'isolement, il était étendu.

Grandeur de la tension d'un tissu. — Elle se mesure à la longueur dont il s'allonge ou se raccourcit, en passant de ses rapports normaux à l'état d'isolement.

Direction de la tension. — Si le tissu, après avoir été isolé,

(1) Voyez au sujet de ces expériences le mémoire de M. Prillieux, inséré dans le t. IX de ce recueil, p. 248.

s'allonge dans toutes les dimensions, on a affaire à une tension longitudinale (*Langespannung*) et à une tension tangentielle (*Querspannung*). La première seule a été étudiée avec quelque soin ; nous verrons par la suite que la tension tangentielle est l'objet principal de ce mémoire.

Plusieurs sortes de tissus étant réunis dans un organe, et chacun de ces tissus présentant une tension spéciale, différente ou inverse, la résultante de toutes ces tensions formera ce que l'on nomme la *tension de l'organe* ou la *tension générale de l'organe* (*Gesammtspannung*).

Les *variations de tension* dans les tissus peuvent se diviser en deux classes : les unes sont *durables*, les autres *passagères*.

Les premières reconnaissent pour cause, ainsi que M. Sachs l'a montré, un accroissement inégal des différents tissus.

Les secondes, d'après les observations de M. Hofmeister particulièrement, sont produites par des variations dans la quantité d'eau qui imbibe les tissus.

La tension ne se trouve jamais à l'état de repos ; les agents impondérables et l'eau exercent sur ses phénomènes une influence incessante, qui la fait varier d'une manière corrélative, quelquefois périodique, comme cette influence elle-même.

L'existence de ces variations rapides et périodiques dépend de différentes conditions d'âge, de température, de lumière. Au-dessous d'un certain minimum elles disparaissent, et les organes passent à l'état de roideur (*Starrezustand* Sachs).

Après ces définitions et éclaircissements qui étaient indispensables pour l'intelligence de ce qui va suivre, l'auteur passe à l'exposé de ses recherches personnelles.

I. — *Tension longitudinale.*

« Si nous désignons sous le nom de *scions* les axes de nou-
» velle formation pourvus d'un bourgeon terminal à végétation
» indéfinie, *aussi longtemps qu'ils sont en voie d'élongation*, nous
» pouvons nous résumer en disant que la tension longitudinale
» est une propriété spéciale à ces organes.

» A peine l'entre-nœud commence-t-il à se développer dans » le bourgeon, que ses tissus sont de longueur différente, c'est-» à-dire en état de tension longitudinale, et ils persistent dans » cet état aussi longtemps que dure l'élongation de l'entre-nœud. » Celle-ci une fois terminée, la tension longitudinale dispa-» raît. »

La méthode que l'auteur a mise en usage pour mesurer la tension longitudinale des scions est celle que M. Sachs a déjà employée. L'entre-nœud qui doit servir à l'observation est coupé perpendiculairement à son axe, à chaque extrémité, au moyen d'un couteau bien affilé, puis couché sur une feuille de carton assez fort pour ne pas se courber sous l'influence de l'humidité. Avec un crayon aussi dur et aigu que possible, on en marque la longueur sur le carton. Détachant alors successivement une bande de chaque tissu, épiderme et collenchyme ou épiderme seul, liber, bois et moelle, on détermine sa longueur exacte par le même moyen. Enfin on compare ces différentes longueurs à celle de l'entre-nœud, et l'on obtient ainsi la mesure de la tension de chaque tissu en particulier. On reconnaît par là, comme M. Sachs l'avait dit, « que dans tous les entre-nœuds la lon-» gueur des tissus isolés augmente de dehors en dedans ». C'est ce que démontrent les exemples suivants :

Ex. 1 (1). — *Nicotiana Tabacum.*

Tiges portant de jeunes inflorescences.

	G	E	R	H	M¹		M²	Mᵐ
							mm	
I-II.	30,0	28,8	29,0	29,0			31,5	mm
III-IV. . . .	72,0	69,7	70,4	71,0		73,2		74,0
V.	100,2	97,6	99,0	99,9		101,5		102,5
VI-VIII. . .	119,5	117,1	117,8	118,4		120,5		121,8
IX-XII. . . .	117,2	115,0	116,2	117,2	119,4		120,3	121,8
XIII-XVI. .	114,5	113,0	114,5	114,5	117,0		118,0	119,6
XVII-XX. .	92,7	91,8	92,7	92,7	93,4		96,0	96,8
XXI-XXV. .	77,0	76,0	77,0	77,0		78,4		79,7

(1) Les chiffres romains désignent les entre-nœuds de haut en bas, à partir du premier qui soit visible. Les lettres représentent : G, la longueur totale de l'entre-nœud ; E, celle de l'épiderme et du collenchyme ; R, le parenchyme cortical et le

Ex. 2. — Sections de *Sambucus nigra.*

	G	R	H	M
				mm
I.......	12,8	12,4	12,8	12,8
II.......	47,0	46,3	47,5	50,0
III.......	122,0	120,0	»	130,0
IV.......	151,5	149,0	152,0	160,7
V.......	173,7	173,3	174,0	175,0
VI.......	165,6	164,7	164,8	165,8

Si cette méthode donne un moyen d'estimer et de comparer la tension des différents tissus, elle peut être simplifiée quand il s'agit seulement de s'assurer de son existence. Il suffit alors d'isoler les deux tissus que l'on soupçonne être en état de tension, et d'en découper une bande longitudinale ; celle-ci, abandonnée à elle-même, se courbe de façon que sa concavité correspond au tissu négatif, pourvu toutefois que ce dernier n'oppose pas une résistance trop énergique à l'action de son antagoniste. Pour découvrir la tension dans un scion, par exemple, il suffit habituellement de le fendre longitudinalement en quatre ; chaque portion se courbe en dehors.

Quelle est la marche de la tension dans les différents tissus de l'entre-nœud ? L'auteur répond à cette question dans les termes suivants : « Dans la jeunesse de l'entre-nœud, la moelle est à » l'état neutre ; autour d'elle, les tissus présentent une tension » négative, qui augmente successivement de dedans en dehors » pour atteindre son maximum dans l'épiderme. A mesure que » l'entre-nœud avance en âge, on voit le tissu neutre se trans- » porter successivement de dedans en dehors à travers le bois, » l'écorce et l'épiderme, en même temps que les tissus rappro- » chés de l'axe acquièrent une tension positive de plus en plus » forte, et ceux qui sont placés vers la périphérie, une tension » négative de plus en plus intense. En fin de compte, lorsque » l'épiderme est tombé lui-même à l'état neutre, il n'existe plus

liber, et dans les exemples où il n'est pas fait mention de l'épiderme = E + R ; H, le bois ; M, la moelle, dont les couches successives de dehors en dedans sont désignées par M^1, M^2, M^3 et M^m.

» dans l'entre-nœud qu'une tension positive qui habituellement » a son siége dans la moelle seulement. »

Ainsi, tandis que la moelle n'offre jamais qu'une tension positive et l'épiderme une négative, les tissus intermédiaires peuvent offrir alternativement ces deux modes de tension.

Il est bon de remarquer que ce que nous venons d'appeler *tissu à l'état neutre* ne s'applique qu'à la tension longitudinale. Nous verrons plus loin, à propos de la tension tangentielle, que c'est justement lorsque la tension longitudinale commence à disparaître dans le scion que la tangentielle entre en jeu.

Après les variations de tension dans chaque tissu de l'entre-nœud en particulier suivant l'âge de ces tissus, l'auteur traite la question des variations de la tension générale de l'entre-nœud ou, comme il l'appelle, de l'intensité de la tension de l'entre-nœud, suivant l'âge de ce dernier. Sa méthode, pour calculer cette intensité de tension, consiste à prendre la différence qui existe entre le tissu le plus long (moelle) et le plus court (épiderme) après qu'ils ont été isolés (1). Pour rendre comparables les nombres ainsi obtenus, il les rapporte à un entre-nœud de longueur fixe, égale à 100. Il arrive par ce moyen à cette loi, déjà indiquée par M. Sachs : « L'intensité de la tension commence dans les entre-nœuds qui sortent du bourgeon » avec une certaine force, s'accroît dans les suivants jusqu'à » un maximum, pour tomber peu à peu à zéro dans les inférieurs. »

Cette loi se trouve démontrée par les exemples suivants :

Ex. 3. — Scions de *Sambucus nigra*.

		G	E	M	Diff. p. 100. mm
I		25,3	24,5	26,0	3,9
II.	Sommet	37,0	36,4	39,5	8,3
	Base	36,9	36,2	39,5	9,3
III.	Sommet	54,0	53,0	58,9	10,9
	Milieu	50,2	49,5	51,6	3,9
	Base	51,4	50,5	52,4	3,7
IV.	Sommet	76,5	76,5	77,9	1,9
	Base	78,0	78,0	78,7	0,9
V		40,0	40,0	40,0	0,0

(1) Il est évident que cette manière d'évaluer l'intensité de la tension ne peut don-

Ex. 4. — Scions de *Sambucus nigra*.

		G	E	M	Diff. p. 100. mm
I.		26,7	25,5	26,7	4,5
II.	Sommet	31,2	30,4	32,7	7,5
	Base	37,7	36,7	39,5	7,4
III.	Sommet	39,5	38,5	41,5	7,6
	Milieu	35,0	34,8	37,0	8,8
	Base	39,5	38,0	41,5	8,8
IV.	Sommet	40,0	40,0	42,5	6,2
	Milieu	40,5	43,5	46,0	5,7
	Base	44,8	44,8	46,4	3,3
V.		47,0	47,0	47,0	0,0

Ex. 5. — *Coprinus comatus* Fries.

Pédoncule d'un individu dont le chapeau tombait en déliquescence.

	G	R	M¹	M²	Diff. p. 100. mm
Moitié inférieure.	198,7	195,0	199,4	200,7	0,8
— supérieure.	91,8	89,0	91,8	93,4	4,6

Il était d'autant plus important de déterminer le point du maximum de tension dans le scion, que c'est toujours en ce point que se manifestent les courbures produites par la pesanteur, la lumière, etc.

Les particularités que nous venons de mentionner s'expliquent d'elles-mêmes par le développement des tissus dans le bourgeon et leur mode d'accroissement lorsqu'ils en sont sortis pour arriver au jour. A ce moment déjà, les cellules de l'épiderme sont plus courtes que celles de la moelle ; mais à partir de cet instant, c'est-à-dire aussitôt que l'élongation des tissus commence, cette différence originelle tend à s'accentuer davantage. Les cellules médullaires s'allongent rapidement, tandis que celles de l'épiderme ne les suivent que de loin, et c'est ainsi « que l'augmen-

ner que des résultats incertains et à peine comparables dans la même plante, et surtout entre deux plantes différentes. On est cependant obligé de s'en contenter jusqu'à présent, en l'absence complète d'une méthode plus exacte. Au reste, les erreurs qu'elle comporte ne me semblent pouvoir exercer aucune influence sur la justesse des conclusions que l'auteur tire de ses observations. A. M.

» tation de l'intensité de tension est une conséquence de la » différence d'accroissement en longueur de ces deux tissus. »

On peut se convaincre de l'exactitude de cette assertion par les exemples suivants : Les deux premiers montrent *macroscopiquement* que la tension et l'élongation suivent une marche proportionnelle. Les deux suivants démontrent la même loi *microscopiquement*. On y voit la tension augmenter à mesure que la différence de longueur entre les cellules des tissus épidermique et médullaire s'accentue davantage.

Ex. 6 et 7. — *Vitis vinifera.*

Nota. — Deux aiguilles furent fixées doucement dans la partie moyenne de plusieurs entre-nœuds successifs, à un centimètre de distance. Leur écartement mesuré, après des intervalles de temps égaux, donna l'expression de l'élongation de chaque entre-nœud. En dernier lieu, la tension fut déterminée par le moyen ordinaire.

Ex. 6.

	Allongement le						Tension le
	17	22	23	25	27	29	29
I.			1,0	2,0	10,0	10,0	7,4
II.			1,0	4,0	9,0	16,5	11,7
III.	6,0	6,5	13,5	17,5	17,5	17,5	12,7
IV.	6,0	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0	7,4
V.	0,5	0,5	0,5	1,5	0,5	0,5	4,2
VI.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,4

Ex. 7.

	Allongement le						Tension le
	17	22	23	25	27	29	29
I.						6,0	12,2
II.			0,5	2,0	10,0	12,0	12,9
III.			1,3	3,5	8,0	12,0	11,9
IV.	2,0	8,5	10,0	14,5	15,0	15,0	9,2
V.	1,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	5,1
VI.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2

Ex. 8. — *Vitis vinifera.*

Nota. — Les dimensions des cellules sont exprimées en divisions du micromètre de l'oculaire ($1 = 0^{mm},003$). Chaque nombre exprime la moyenne de vingt observations au moins.

	GRANDEUR DES CELLULES de l'épiderme.	GRANDEUR DES CELLULES de la moelle.	LEUR RAPPORT.	TENSION.
I.	3,03	7,13	1 : 2,35	8,4
II.	3,23	7,68	1 : 2,06	9,1
III.	3,80	9,18	1 : 2,41	8,8
IV.	4,78	14,27	1 : 2,98	9,5
V.	7,25	17,52	1 : 2,41	8,4
VI.	7,50	18,33	1 : 2,44	4,5
VII.	7,06	16,15	1 : 2,26	2,4
VIII.	8,33	17,03	1 : 2,04	1,6

Ex. 9. — *Nicotiana.*

	GRANDEUR DES CELLULES de l'épiderme.	GRANDEUR DES CELLULES de la moelle.	LEUR RAPPORT.	TENSION.
I-II.	5,27	14,43	1 : 2,73	8,0
III-IV.	12,86	38,18	1 : 2,96	10,3
V-VI.	38,25	82,00	1 : 2,12	6,4
VII-IX.	58,15	109,10	1 : 1,87	5,9
X-XII.	70,00	94,25	1 : 1,36	5,0
XIII-XVIII.	69,80	75,25	1 : 1,08	4,5

Après avoir atteint un maximum, avons-nous dit, la tension longitudinale commence à décroître pour devenir très-petite ou même nulle dans les entre-nœuds inférieurs : ce sont encore des différences dans l'accroissement ultérieur des tissus qui rendent compte de ce phénomène.

Jusqu'à présent, en effet, la moelle pouvait facilement étendre l'épiderme et vaincre son élasticité : de là, l'élongation de l'entre-nœud ; mais le moment est arrivé où les éléments de ces tissus, après avoir atteint leurs dimensions définitives, commencent à s'épaissir. Cet épaississement est à peu près nul dans les parois des cellules médullaires, très-actif au contraire dans les cellules épidermiques. La résistance que celles-ci opposent à l'extension s'accroît de plus en plus, et finit par vaincre la force active de la moelle. Celle-ci est comprimée longitudinalement, et de même que la prépondérance de son action extensive se mesurait à la prépondérance de la longueur de ses cellules sur celle des cellules épidermiques, la diminution, puis la disparition de cette propriété extensive peut s'exprimer par la diminution de ces mêmes différences de longueur.

L'expérience suivante démontre l'accroissement d'élasticité de l'épiderme avec l'âge.

Ex. 10. — *Begonia fuchsioides.*

Nota. — Des lambeaux isolés de l'écorce furent soumis à une traction à l'aide de poids, jusqu'à ce qu'ils eussent recouvré leur longueur primitive.

	G	R	Poids en grammes.
I.	12,5	11,5	22,265
II.	26,4	25,9	27,265
III.	48,6	48,0	30,265
IV.	71,5	71,0	41,265
V.	78,0	77,7	52,265

On se convaincra également par les exemples suivants que la longueur des cellules médullaires diminue avec la tension et à mesure que leur largeur s'accroît. Dans le second exemple, la largeur finit même par surpasser la longueur.

Ex. 11 et 12.

Nota. — Ils indiquent la longueur et la largeur des cellules de la moelle dans l'entre-nœud, où la tension est à son maximum, et dans celui où elle a disparu. Les nombres représentent des divisions du micromètre oculaire.

Symphoricarpos racemosus.

	Longueur.	Largeur.
Maximum de tension....	59,50	20,90
Tension nulle..........	47,35	26,70

Sambucus nigra.

	Longueur.	Largeur.
Maximum de tension....	20,03	13,02
Tension nulle..........	17,36	23,70

Il est donc vrai de dire que, « comprimées par l'action conti-
» nue des tissus périphériques, les cellules de la moelle aban-
» donnent leur longueur primitive, laquelle se transforme en
» largeur.... C'est ainsi que, les cellules des tissus intérieurs
» devenant trop larges pour la capacité des tissus extérieurs, la
» tension tangentielle commence à se manifester.... De sorte que
» l'on peut dire que la tension longitudinale s'est transformée en
» tension tangentielle ».

II. — *Tension tangentielle.*

Les recherches dont il s'agit, dans cette seconde partie du mémoire, sont nouvelles à presque tous égards, et forment le côté le plus original et le plus intéressant du travail de M. Kraus.

Si, dans un jeune axe, au point où la tension longitudinale vient de disparaître, on détache, par deux coupes perpendiculaires à sa direction, une rondelle transversale, et que l'on sépare l'écorce du bois en passant un couteau mince dans la zone du cambium, on voit cet anneau d'écorce, après qu'on l'a fendu sur un de ses côtés, s'ouvrir, et si on l'applique de nouveau sur le bois, on ne peut en ramener les deux bouts en contact, même par une pression assez forte.

C'est là l'expérience fondamentale de la tension tangentielle. Elle prouve que le volume du corps ligneux est devenu trop con sidérable pour l'écorce, et que celle-ci est en état de tension négative par rapport au bois.

Le procédé que l'auteur a employé dans le courant de ses recherches, pour découvrir et mesurer la tension tangentielle, ne diffère de celui que nous venons d'indiquer qu'en un seul point. Au lieu de détacher complétement l'anneau d'écorce du cylindre ligneux, il le laisse attaché à celui-ci par une de ses extrémités dans une longueur de 1 à 2 millimètres. L'autre extrémité de l'anneau est ensuite rapprochée aussi près que possible de la première à l'aide d'une douce pression, et l'écartement qui existe entre les deux bouts de l'anneau cortical est mesuré. La quantité que l'on obtient en retranchant le nombre ainsi obtenu de celui qui représente la circonférence complète mesurée avant l'opération est l'expression de l'*intensité de la tension tangentielle* d'un ou de plusieurs tissus de l'écorce, selon ceux que l'on a séparés, ou de l'écorce elle-même, dans le cas où on l'a détachée en masse du cylindre ligneux. Pour avoir des résultats comparables, on réduit les nombres trouvés à une longueur commune égale à 100.

Les causes de la tension tangentielle résident, comme pour la tension longitudinale, dans la différence d'accroissement des

divers tissus. Nous avons déjà vu qu'à l'origine la moelle, par l'accroissement en largeur de ses cellules, contribue à la production de la tension tangentielle, mais la part qu'elle y prend est faible; bientôt elle se dessèche, ou est enfermée dans un cylindre ligneux presque inextensible. C'est l'accroissement en diamètre du corps ligneux qui est la véritable cause active de ce nouvel ordre de phénomènes. Cet accroissement se fait de deux façons : ou bien les éléments du corps ligneux se développent simplement en largeur, ou bien encore, tandis que ce phénomène s'accomplit, il se dépose autour du cylindre ligneux de nouvelles couches en dehors des précédentes. Peu à peu l'écorce devient trop étroite pour les tissus qu'elle enserre, et commence à lutter par son élasticité contre la dilatation incessante que tend à opérer le corps central.

Quand on procède ainsi que nous le disions tout à l'heure, le premier résultat auquel amène l'observation des différents tissus de l'écorce, c'est que, dans une tige d'un an, tous sont en état de tension passive, c'est-à-dire étendus, et que cette tension, nulle ou à peu près dans les couches internes du liber, va en augmentant de dedans en dehors pour atteindre son maximum dans l'épiderme. Dans le tronc, l'état de la tension est un peu différent : le maximum se trouve dans le parenchyme cortical, le périderme offre une tension inférieure.

Comme pour la tension longitudinale, l'auteur entreprend ensuite l'étude de la tension tangentielle dans les entre-nœuds d'âge différent, en passant des plus jeunes aux plus âgés. Il considère successivement la tige d'un an et le tronc.

PLANTES ANNUELLES ET TIGES D'UN AN.

Dans ces sortes d'axes on voit la tension tangentielle entrer en jeu au point où la tension longitudinale commence à décroître. A partir de ce minimum, elle augmente à mesure que l'on descend le long de la tige, et atteint son maximum vers la racine. On peut donc dire que, dans le cas que nous considérons, l'intensité de la tension tangentielle est en raison de l'âge.

Voilà pour l'axe simple; s'il est ramifié, le même phénomène se répète pour chaque branche, et l'intensité de la tension dans celles-ci, à leur point d'émergence, est d'autant moins différente de celle de la tige principale en ce point que le développement de la branche a commencé plus tôt.

Une fois que la ramification a cessé, les changements dans la tension se bornent à une élévation des divers maxima.

Il suffira, pour se convaincre des faits que nous venons d'énoncer, de jeter les yeux sur les exemples 13 et 14.

Ex. 13. — *Balsamina hortensis* (en fleurs).

Nota. — Les entre-nœuds sont comptés à partir de la racine; les chiffres entre parenthèses indiquent la distance du point observé à celui qui l'avait été immédiatement au-dessous et au collet pour le premier entre-nœud.

	G.	R.	Diff. p. 100.
			mm
I. 3 centimètres	81,5	79,6	2,4
II. 5 id.	58,0	55,0	2,3
III. 7 id.	51,0	50,5	1,1
IV. 9 id.	38,0	37,7	0,8
Rameau entre I et II	38,6	37,8	2,1
V. 10 (centimètres)	30,0	29,9	0,2

Dans les tiges *annuelles à rhizome*, la tension présente une marche plus compliquée. Jusqu'au milieu de l'été, pour les genres *Dahlia* et *Scorzonera*, tant que les fleurs ne sont pas encore formées, le maximum de tension est situé à la base de la tige. A l'époque dont nous venons de parler, on le voit remonter lentement tant que dure l'automne. Il arrive ainsi souvent jusqu'au-dessus du tiers inférieur de la tige, et celle-ci offre alors un maximum placé entre deux minima : l'un à son sommet, l'autre à sa base. La raison de ce fait, dont nous apprendrons plus loin à connaître la signification, est encore tout anatomique. On la trouve dans une élongation transversale extrêmement considérable des cellules épidermiques, élongation qui commence à la base de la tige et se continue lentement suivant une ligne ascendante. Ce phénomène est suivi d'une multiplication des cellules épidermiques à l'aide de cloisons disposées suivant l'axe de la tige ; l'écorce s'est ainsi considérablement élar-

gie ; mais si cette multiplication ne suffit pas à maintenir le minimum de tension à sa base, la tige a recours à un dernier moyen, et l'on voit se former dans l'épiderme un nombre infini de fissures longitudinales de plus en plus nombreuses, à mesure que l'on considère une région plus voisine de la racine.

A l'appui de ces conclusions, je citerai les deux exemples suivants :

Ex. 14. — *Helianthus tuberosus.*

	G.	R.	Diff. p. 100. mm
I. 3 centimètres	78,0	76,8	1,6
II. 30 id.	76,8	74,5	3,0
III. 40 id.	71,3	68,5	3,9
IV. 40 id.	65,0	62,0	4,6
V. 30 id.	63,0	59,7	3,7

Ex. 15. — *Helianthus tuberosus* (en fleur).

	G.	R.	Diff. p. 100 mm
I. 10 centimètres	99,0	98,0	1,1
II. 15 id.	89,0	87,1	2,2
III. 15 id.	88,0	86,0	2,3
IV. 20 id.	84,0	82,0	2,4
V. 20 id.	85,0	82,5	3,0
VI. 25 id.	84,0	81,2	3,4
VII. 30 (1) id.	79,0	76,7	3,0
VIII. 20 id.	75,0	73,6	1,9
IX. 25 id.	65,0	64,0	1,6
X. 40 id.	50,0	49,5	1,0
XI. 20 id.	42,0	41,7	0,7

AXES DE PLUSIEURS ANNÉES ET TRONCS.

Il nous est impossible de donner une description détaillée de la marche de la tension dans le nouveau cas que nous considérons ici. On s'en formera le plus facilement une idée en se rappelant ce que nous venons de dire des tiges annuelles à rhizome. En outre, il ne faut pas oublier que dans les axes un peu âgés de la plupart des plantes l'épiderme a disparu pour faire place à la formation subéreuse. La tension, qui avait d'abord diminué, se trouve bientôt rétablie par la nouvelle zone de liége qui s'est

(1) Immédiatement au-dessous des plus fortes branches.

formée ; ce phénomène se répète de temps en temps à des intervalles plus ou moins réguliers, et occasionne autant d'oscillations dans la tension. Il arrive enfin, dans la grande majorité des cas, que la formation de zones régulières de suber s'arrête et est remplacée par la production du rytidome (H. v. Mohl), qui tombe en écailles à des intervalles plus ou moins éloignés. De là, de nouvelles oscillations de tension, et la présence dans le tronc et les branches de maxima et de minima distribués assez irrégulièrement. M. Kraus résume le résultat de ses recherches à cet égard dans les termes suivants :

« A l'extrémité des rameaux, la tension est nulle ou presque » nulle ; elle augmente en descendant, arrive ordinairement à » un premier maximum dans une branche de plusieurs années, » montre ensuite plusieurs oscillations, à mesure que l'on s'a- » baisse, pour présenter enfin, au point où la branche s'attache » au tronc, une tension égale ou à peu près à celle que le tronc » possède en cet endroit. Dans le tronc lui-même, on trouve au- » dessous du point où il se ramifie un maximum, à partir duquel » la tension diminue d'un façon continue tant qu'on se rap- » proche des racines. A partir du maximum dont nous venons » de parler se présentent, de bas en haut, divers maxima et » minima, comme dans les branches, jusqu'à ce que la tension » disparaisse à l'extrémité ».

Les deux exemples qui suivent aideront à comprendre cette formule résumée de la marche de la tension dans les plantes dont nous parlons :

Ex. 16 et 17.

Nota. — Dans ces deux exemples nous nous contentons de donner l'intensité de la tension, laissant de côté le périmètre de l'écorce et son raccourcissement. Comme précédemment, le point de départ est le collet de la plante.

Sorbus aucuparia (2 octobre).

TRONC.		TENSION.
		mm
I.	10 centimètres.	2,40
II.	20 id.	2,66
III.	20 id.	2,80

TRONC.			TENSION.	
			mm	
IV.	20	centimètres.	2,90	
V.	40	id......	3,25	
VI.	40	id......	3,20	
VII.	40	id......	2,80	(au-dessous de ce point se trouvent déjà quelques petites branches).
VIII.	120	id......	2,86	(au milieu des branches).
IX.	20	id......	2,26	(un peu au-dessous de la division du tronc).

BRANCHES.

X. La première branche (10 centimètres au-dessus de son origine) :

		Tension
		3,33
10	centimètres.	3,50
20	id......	3,85
20	id......	4,10
20	id......	4,20
20	id......	4,70
20	id......	6,60

Prunus domestica (12 ans), 3 octobre.

TRONC.			TENSION.	
			mm	
I.	Quelques centim.		2,36	
II.	45	centimètres.	2,86	(milieu du tronc).
III.	55	id......	3,46	(au-dessous de sa division).
IV.	20	id......	2,66	(au milieu des branches, entre VII et IX).
V.	15	id......	1,90	idem.
VI.	20	id......	1,85	

BRANCHES.		TENSION.
VII.	Première branche (6 ans) au-dessus de III, base	4,45
	25 cent. au-dessous de *a* et *b*, c'est-à-dire à la base d'une dichotomie.	4,70
	a...	4,80
	b...	5,80
VIII.	Deuxième branche (6 ans) au-dessus de III....................	4,10
	30 centimètres.....................................	4,30
	40 id..	3,60
IX.	Branche au-dessous de V................................	4,80
X.	Première branche de terminaison du tronc, au-dessus de VI, base...	2,80
	20 centimètres.....................................	2,80
	40 id..	3,50
	20 id..	3,80
	40 id. (90 centimètres de l'extrémité).............	4,00
	40 id. de l'extrémité..........................	4,45
	30 id. id..............................	2,00
XI.	Deuxième branche de terminaison du tronc, au-dessus de VI, base...	2,80
	40 centimètres.....................................	2,80
	20 id..	3,40

III. — *Variations périodiques de la tension.*

Les variations de tension dont nous venons de parler sont, avons-nous dit, le résultat de l'accroissement des organes : elles se produisent insensiblement, ainsi qu'il est naturel à des phé-

nomènes de cet ordre, et si quelquefois elles offrent le caractère de la périodicité, comme cela a lieu après la formation d'une couche de liége ou de rytidome, on les distingue facilement de celles que nous allons décrire, par le peu de régularité des périodes et la concomitance de changements organiques considérables.

A côté de ces variations lentes non périodiques s'en trouvent de rapides qui offrent un caractère éminemment régulier; ce sont les variations diurnes ou même à durée plus courte encore. Une longue série d'expériences a permis à M. Kraus de formuler, à propos des premières, la loi suivante, applicable à la tension longitudinale et tangentielle :

« L'intensité de la tension générale de la plante et de chacune » de ses parties, dans les conditions biologiques normales, diminue à partir des premières heures de la matinée jusque vers » midi, pour atteindre habituellement vers deux heures de » l'après-dîner le minimum diurne; à partir de ce moment, elle » augmente jusqu'au soir, où elle atteint de nouveau l'intensité » qu'elle avait le matin. »

Ces oscillations se répètent avec une égale régularité pendant toute l'année, et lors même que les plantes ont perdu leurs feuilles. Pendant l'hiver, aussitôt que la température est devenue trop basse, elles cessent pour recommencer au printemps.

A l'appui de la loi énoncée plus haut, nous donnerons seulement quelques-uns des nombreux exemples fournis par l'auteur. Ils ont trait à la tension longitudinale.

Ex. 18 et 19.

Nota. — Le nombre qui représente l'intensité de la tension aux différentes heures exprime la moyenne de huit observations faites sur quatre plantes différentes, à la partie moyenne et inférieure de chacune.

Plantago Psyllium (11 juin).

Matin.	Tension.	Soir.	Tension.
5 h. ½	2,529	2 h.	1,09
7 h. ½	1,850	4 h.	1,07
8 h. ½	1,680	6 h.	1,24
Midi.	1,620		

Plantago Psyllium (9 juin).

6 h.	2,4	2 h.	1,44
10 h.	1,5	4 h.	1,50
Midi.	1,7	6 h.	1,62
		8 h.	1,77

Ex. 20 et 21.

Nota. — Le nombre qui représente l'intensité de la tension exprime la moyenne de six observations faites sur des plantes différentes.

Solanum tuberosum (14 juin).

	Tension.
7 h. du matin	5,533
8 h. ½ du matin	4,000
10 h. du matin	4,400
Midi	4,100
2 h. du soir	4,600
4 h. du soir	5,050
7 h. du soir	5,600
8 h. du soir	5,950

Même plante (13 juin).

	Tension.
6 h. du matin	6,50
8 h. du matin	5,10
10 h. du matin	4,43
Midi ½	3,90
2 h. du soir	4,66
4 h. du soir	4,33

Ex. 22.

Pirus communis (8 ans), 6 octobre.

Nota. — I = 20 centimètres au-dessus du collet; II = 1 mètre au-dessus de ce dernier point, au-dessous des branches; III = 60 centimètres au-dessus de II, au milieu de la couronne.

	7 h. matin.	10 h. matin.	2 h. soir.	5 h. soir.	7 h. soir.
I.	4,9	4,9	3,7	3,9	5,7
II.	5,6	5,0	4,8	4,2	5,1
III.	6,0	4,9	4,2	4,0	5,8

L'existence d'oscillations diurnes une fois constatée, il s'agissait d'en rechercher la cause. C'est ce qu'a fait l'auteur en étudiant successivement l'influence que la quantité d'eau qui imbibe les tissus, la température, la lumière, ont sur l'intensité de la tension ; il termine ses recherches par le résumé suivant, que nous rapporterons à peu près textuellement :

1° L'intensité de tension est déterminée par les rapports entre l'accroissement des différents tissus ; elle peut être modifiée dans certaines limites par des forces extérieures : lumière, chaleur, eau.

2° En conséquence l'intensité de la tension d'un organe, à un moment donné, est produite à la fois par l'énergie de l'accrois-

sement des tissus et par le concours des forces que nous venons d'énumérer.

3° Ainsi, dans les circonstances biologiques normales, la variation diurne de l'intensité de la lumière détermine dans la tension une période diurne.

4° Une période annuelle est la suite de la variation annuelle qui se produit dans la température.

5° La tension présente en outre des oscillations spontanées indépendantes de celles que nous venons de nommer, d'une courte durée, et qui habituellement ne sont pas apparentes pendant la journée, parce que l'action de la lumière les efface pour ainsi dire : elles ne deviennent appréciables que dans l'obscurité et pendant la nuit.

6° Cette mobilité périodique de l'intensité de tension est liée à un certain quantum de lumière, de chaleur, etc., au delà duquel elle ne peut plus subsister, mais passe à l'état d'immobilité, de roideur (*Starrezustand*). Cet état dure aussi longtemps que le retour des forces extérieures (renfermées dans certaines limites) ne vient pas ramener la mobilité.

Nous sortirions du cadre que nous nous sommes tracé, si nous voulions suivre l'auteur dans les diverses expériences qu'il a entreprises afin d'arriver à l'énoncé précédent ; nous nous contenterons d'en signaler les points les plus intéressants.

On sait, depuis les recherches de M. Hofmeister, que la quantité de séve livrée par les racines à la circulation augmente à partir du lever du soleil, pour atteindre un maximum entre huit heures du matin et deux heures de l'après-dîner, et diminuer ensuite lentement jusqu'au jour suivant. Il était intéressant de montrer que cette variation diurne n'a pas d'action sur la période diurne de la tension. La meilleure preuve à en donner c'est que des tiges séparées de la racine continuent à offrir leurs variations habituelles de tension.

Dans les plantes dépouillées de leurs feuilles la tension suit sa marche normale, ce qui montre que la transpiration ne peut avoir sur la tension qu'une influence secondaire.

Des variations subites de température, comprises entre 8 et

30 degrés centigrades, n'ont pas un effet appréciable sur la tension.

Il n'en est pas de même des variations au-dessous de cette limite. La tension diminue lorsque la plante passe d'une température supérieure à 7 ou 8 degrés à une inférieure ; elle augmente lorsque l'inverse a lieu.

En hiver, tant que la température est inférieure à + 3 degrés, la tension n'offre plus de période diurne ; les variations reparaissent lorsque la température est arrivée à + 6 ou 8 degrés.

Le minimum annuel de froid, en hiver, amène un minimum de tension pendant la même saison ; de là, une période annuelle.

Si, au milieu de la journée, on place une plante dans une obscurité complète, la tension augmente d'abord, ensuite elle présente des oscillations continuelles de deux heures de durée environ. Cette expérience prouve, dit l'auteur, « que la plante » possède une périodicité de tension indépendante des influences » extérieures, périodicité qui s'exprime par des oscillations de » courte durée. Ces oscillations spontanées de la tension doivent » être habituellement si faibles, que pendant le jour elles sont » cachées et rendues inappréciables par l'oscillation diurne que » produit la lumière; pendant la nuit, au contraire, ou lorsque » l'oscillation diurne est anéantie au moyen d'une lumière con- » tinue, elles deviennent évidentes ».

Ex. 23.

Kitaibelia vitifolia.

NOTA. — Ces expériences furent faites simultanément sur des tiges dépouillées de leurs feuilles et du bourgeon terminal, et placées dans de l'eau à 18° depuis le soir précédent, à l'abri de la lumière, et sur d'autres qui, toutes choses égales d'ailleurs, restaient exposées à la lumière. Les nombres suivants sont les moyennes de trois observations.

	Dans l'obscurité.	A la lumière.
7 h. du matin................	6,660	5,66
9 h. du matin................	6,530	
Midi........................	6,066	3,70
2 h. du soir.................	6,966	
4 h. du soir.................	5,830	5,10
6 h. du soir.................	6,860	6,30
8 h. du soir.................	7,500	6,90

Ces courtes oscillations spontanées sont, comme les autres, liées à l'influence de la lumière, et disparaissent dès que la plante ne se trouve plus dans cet état que M. Sachs a appelé *photonus*.

IV. — *Quelques remarques sur les résultats de la tension pour la vie des plantes.*

C'est surtout dans ce dernier chapitre que ressort toute l'importance des notions générales que nous venons d'exposer. Après avoir reconnu dans la tension un nouveau principe de forces, les physiologistes se sont empressés d'appliquer la nouvelle doctrine à l'explication des phénomènes de mouvement, les plus obscurs peut-être dont s'occupe la science. Nous devons nous borner à de courtes indications ; elles suffiront néanmoins au lecteur pour comprendre les avantages et la clarté de cette nouvelle théorie mécanique de phénomènes, qui jusqu'ici avaient presque complétement échappé à l'analyse.

Après avoir rappelé que, dans un scion qui végète normalement, les forces *tensives* sont disposées symétriquement autour de l'axe, de façon à se faire équilibre, l'auteur montre que les courbures qui se produisent sous l'influence de la lumière et de la pesanteur sont une suite nécessaire de l'état de tension de l'organe. Nous avons déjà dit qu'en effet le point où se produit la courbure est le point de tension maximum.

La clef des phénomènes d'héliotropisme et de géotropisme nous est donnée par l'expérience classique de M. Hofmeister. Si l'on secoue plusieurs fois de suite un scion encore en voie d'élongation, il se produit une courbure dont la partie moyenne coïncide avec le maximum de tension de l'organe. Cette courbure ne disparaît pas lorsqu'on dispose le scion horizontalement, le côté convexe tourné vers la terre. Des mesures exactes montrent en outre qu'il y a eu en même temps augmentation de longueur et d'épaisseur dans l'organe en question. Voici l'explication que le célèbre physiologiste dont nous parlons donne de cette expérience. Le tiraillement, produit par les secousses, augmente l'extensibilité des tissus en état de tension passive (épiderme), et diminue leur élasticité. Si cette action se produisait d'une

manière uniforme sur tous les points de la tige, il y aurait simplement allongement sans courbure, les tissus en état de tension active (moelle) trouvant dans toutes les directions une diminution égale des obstacles que l'épiderme apportait à leur expansivité. Mais la diminution d'élasticité de l'épiderme n'est pas symétrique ; pour une raison ou pour une autre, elle prédomine en un point quelconque (le plus souvent au côté inférieur, si le scion n'était pas vertical) ; l'expansion de la moelle et du parenchyme cortical est plus forte de ce côté, et l'organe est dirigé dans le sens inverse.

C'est donc une augmentation de l'extensibilité de l'épiderme en un côté de la tige, qui, dans le cas précédent, détermine la courbure de l'organe (1).

Cet excès unilatéral de l'allongement de l'épiderme est effectué mécaniquement dans l'expérience précédente ; il se produit physiologiquement sous l'influence de la pesanteur et de la lumière, dans les scions que l'on couche horizontalement ou que l'on éclaire inégalement de différents côtés.

Des mesures exactes montrent en effet que c'est là le premier changement anatomique que l'on rencontre dans ces circonstances. Ce changement une fois produit, la courbure s'explique comme dans le cas précédent.

Mais les courbures dues à l'action de la pesanteur et de la lumière, une fois établies, deviennent permanentes. Cela tient d'abord à un allongement successif des différents tissus du côté convexe vers le côté concave, allongement produit par la persistance des causes qui agissent sur l'épiderme. La seconde cause, c'est l'épaississement des parois cellulaires qui, à la longue, solidifie les tissus dans la position que la tension leur a donnée.

Une des meilleures preuves que la tension est la cause originelle des mouvements exécutés par les tiges sous l'influence de la lumière et de la pesanteur, c'est ce fait que les tiges rampantes

(1) Cette courbure pourrait être produite encore par un *allongement unilatéral* de la moelle ; ce n'est pas le cas, parce que la moelle isolée ne *présente aucune courbure*.

ou pendantes, c'est-à-dire qui ne réagissent point contre la pesanteur, ne présentent pas de tension ou seulement une très-faible. L'auteur expose les raisons morphologiques de cette différence.

Ce que nous venons de dire, bien que nous ayons eu particulièrement en vue la tension longitudinale, s'applique également à la tension tangentielle. On y trouvera facilement la raison de l'épaississement excentrique des arbres éclairés unilatéralement, des branches horizontales, des racines, ainsi que l'explication de l'influence des vents et des blessures (Knight, *Philos. Transact.*, 1803, p. 277) sur l'accroissement des végétaux.

La tension tangentielle n'a pas moins d'influence sur le transport des sucs dans la plante, que ce transport ait lieu par simple filtration, à travers des éléments histologiques fermés de toutes parts, comme les cellules du *cambium ;* ou par circulation dans un système de tubes communicants, tels que les tubes criblés du liber. Nous ne pouvons que mentionner les noms de MM. Hofmeister et Sachs, auxquels on doit les premières applications de la tension à la circulation végétale ; leurs idées fondamentales se retrouvent, du reste, dans les développements que M. Kraus donne à cette question.

Grâce aux mesures précises que l'auteur a données et aux lois qu'il a énoncées sur la marche de la tension, il est possible actuellement de déterminer avec certitude quelle doit être la marche des sucs descendants dans les plantes annuelles, les plantes vivaces à rhizome et les plantes vivaces proprement dites.

Dans les plantes annuelles, avons-nous dit, le maximum de tension est à la base de la tige ; à partir de ce point, elle diminue à la fois vers les extrémités des rameaux et des racines. Il est aisé de comprendre que ce système de pression chasse sans cesse les sucs nourriciers vers les parties supérieures, les jeunes bourgeons, dont l'élongation réclame une nourriture abondante. Mais les extrémités radiculaires sont elles-mêmes dans un état d'accroissement continuel ; aussi les sucs, qui, à raison d'une élaboration très-active, se trouvent soumis à une pression suffi-

sante pour surmonter l'obstacle que leur oppose le maximum de tension, seront-ils chassés vers les extrémités radiculaires. Ce système de pression remplit toutes les conditions de circulation nécessaires à une plante annuelle : les bourgeons et les fleurs reçoivent tous les sucs nécessaires à leur développement et les radicelles ceux que réclame leur renouvellement continuel.

Dans une plante vivace à rhizome, bulbe ou tubercule, ce système serait évidemment insuffisant; il faut qu'un excès de sucs soit chassé vers les parties inférieures de l'axe végétal pour être accumulé dans les réservoirs souterrains. Nous avons vu comment ce second but est atteint par l'ascension du maximum de tension le long de l'axe, vers la fin de l'été. A dater de ce moment, les parties inférieures reçoivent non-seulement l'excès des sucs nourriciers provenant, comme dans le cas précédent, des rameaux situés au-dessus du point de tension maximum, mais encore la totalité de ceux fournis par les rameaux qui viennent s'attacher à la tige au-dessous de ce dernier point.

Dans les plantes arborescentes, enfin, les rameaux les plus jeunes se comportent comme des plantes annuelles; les différents maxima qui se trouvent placés sur les branches plus âgées et sur le tronc, aux points de ramification, font l'office de régulateurs destinés à prévenir une descente trop rapide des sucs nourriciers. Néanmoins, lorsque leur accumulation au-dessus de l'obstacle leur donne une force suffisante pour le vaincre, ils sont dirigés graduellement jusque vers les racines, grâce à la diminution lente de tension de haut en bas.

Ces phénomènes se passent plus particulièrement dans la partie la plus interne du liber (*Weichbast*), qui est à la fois le tissu le mieux organisé pour cette fonction et le point de l'écorce qui offre la tension la plus faible. On doit admettre en outre que la pression de l'écorce contribue à faire cheminer les sucs dans un sens perpendiculaire à sa direction dans les rayons médullaires. Ce serait une des causes de l'accumulation de la fécule dans ce tissu.

Les forces mises en jeu par la tension sont certainement très-

considérables. On s'en fera une idée par l'exemple 10 que nous avons cité (1).

L'auteur montre ensuite comment les mouvements périodiques de certaines feuilles sont sous la dépendance des phénomènes de tension. « Les variations de tension qui ont lieu dans les « renflements placés à la base du pétiole, dans ces feuilles, sont « une suite des variations périodiques de la tension dans la « plante tout entière. » C'est ce que prouve l'exemple suivant :

Ex. 24.

Amicia zygomeris.

NOTA. — La tension, ainsi que l'angle que faisait la face inférieure de deux folioles, furent mesurés sur une branche séparée du tronc et placée dans une chambre chauffée

	Température.	Tension de la branche.	Angle des folioles.	Remarques.
29 nov. 2 h. soir..	21°,50	3,0	180°	
3 h. soir..	21°,50	3,4	150	
30 nov. 8 h. m....	16°,00	5,0	90	
10 h. m..	17°,20	3,0	180	A 10 h. placé dans l'obscurité.
11 h. ½...		4,3	25	A 11 h. ½, sommeil complet.
Midi......		2,7	130	Depuis 11 h. ½, à la lumière.
1 h. soir.		3,3	100	Depuis midi, à l'obscurité.
2 h. soir.		5,6	25	A l'obscurité.
3 h. soir..	16°,00	2,8	180	Depuis 2 heures, à la lumière.
3 h. ½ soir.	15°,00	2,5	180	
4 h. soir..	15°,00	3,5	100	

« Ce qui distingue les feuilles qui exécutent des mouvements » de celles qui n'en présentent pas, ce n'est pas l'existence d'os- » cillations périodiques de la tension dans les renflements placés » à leur base, mais l'existence, dans les unes, d'un mécanisme » anatomique au moyen duquel elles peuvent manifester ces » oscillations, tandis que les autres en sont dépourvues ».

Les dernières remarques qui terminent ce travail ont trait à

(1) M. Hofmeister (*Die Lehre von der Pflanzenzelle*, p. 277) a mesuré la tension que supporte le cylindre ligneux dans le bois du *Ricinus communis*. Elle varie, suivant l'âge des tissus, entre 9 et 50 grammes pour des bandes de bois de 1 millimètre carré de section et d'une longueur comprise entre 98 millimètres et 175mm,5. Si l'on réduit à une longueur commune de 100 millimètres, cela fait une tension de 9gr,18 à 28gr,4 our des bandes de bois de 100 millimètres de long et 1 millimètre carré de section.

A M

l'influence des pressions produites par la tension sur la forme des éléments histologiques des tissus.

Nous avons déjà vu que l'accroissement de la moelle et de l'épiderme se trouve réglé par une dépendance mutuelle. Tant que l'expansivité de la première prédomine, les cellules épidermiques s'allongent; lorsque l'élasticité de ces dernières est arrivée à un certain degré, les cellules médullaires fortement comprimées diminuent en longueur pour s'accroître en diamètre.

Le fait que les vaisseaux déroulables les plus internes de l'étui médullaire ont leurs spires moins rapprochées que ceux qui sont placés plus en dehors, s'explique par l'apparition et l'épaississement plus tardif de ces derniers.

La tension tangentielle n'exerce pas une influence moins puissante sur la forme des tissus corticaux, leur déchirure et leur aplatissement dans le sens radial.

ÉTUDES PHYSIOLOGIQUES

SUR LE LATEX DU MURIER BLANC

ROLE DU CHYLE,

Par M. E. FAIVRE.

Des opinions bien diverses ont été émises sur le rôle et la nature du latex. Nous croyons devoir les rappeler en commençant ce travail.

L'opinion émise par M. Schultz est connue de tous et elle n'est plus guère acceptée aujourd'hui ; d'après ce physiologiste, les vaisseaux laticifères représenteraient les vaisseaux sanguins des animaux, le latex avec les molécules qui le composent serait l'analogue de leur sang et jouerait le rôle d'un fluide nourricier (1).

Treviranus ne partage point cette manière de voir. Considérant que le suc laiteux existe dans un nombre restreint de familles végétales, qu'il se rapproche par sa composition des sucs gommo-résineux, qu'il fait défaut dans les couches ligneuses et dans les très-jeunes plantes, ce botaniste déclare qu'il est resté convaincu que les sucs laiteux doivent être considérés comme des secrétions et non comme un liquide alimentaire (2). De Candolle dans sa *Physiologie végétale* semble incliner vers cette manière de voir (3). Richard l'adopte nettement, assimilant le latex aux fluides excrémentitiels, tels que la bile ou la salive chez les animaux (4).

Chacune des opinions extrêmes que nous venons de rappeler a été partagée par d'éminents botanistes, la plupart considérant le

(1) Schultz, *Mémoires de l'Institut*, pour l'année 1841, p. 83.

(2) L. Ch. Treviranus, *Ann. des sc. nat.*, 1re série, t. X, p. 22.

(3) *Physiologie végétale*, t. I, p. 272. 1832.

(4) Richard, *Éléments de botanique*, septième édition, p. 253.

latex comme une séve élaborée, tels, Adrien de Jussieu (1), Decaisne et Naudin (2), se rangent à la première; d'autres, comme Hugo von Mohl (3), se prononcent pour la seconde.

A une époque relativement récente, deux nouvelles opinions ont surgi, qui viennent encore accroître la confusion apportée dans la science.

L'une de ces opinions a été développée avec un grand talent par M. Trécul, elle se résume en ceci :

Les laticifères seraient chargés de prendre aux cellules environnantes les matières que l'organisme ne s'est point assimilées et de les rapporter aux vaisseaux.

Dans cette théorie, les laticifères seraient comparables aux veines, et le latex à un sang veineux, à un *caput mortuum*, qui, ramené par les laticifères aux vaisseaux, irait subir dans les feuilles une élaboration nouvelle. Pour formuler une semblable théorie, M. Trécul s'appuie sur des faits importants ; le contact et l'inoculation des laticifères et des vaisseaux, la présence de suc coloré dans les vaisseaux rayés, réticulés, ponctués, etc.; mais c'est principalement le rapport des laticifères avec le système fibro-vasculaire auquel l'auteur attache une extrême importance.

En définitive, aux yeux de M. Trécul, le latex n'est autre chose que le résidu de l'élaboration de la séve par les cellules, le *caput mortuum* de cette séve, comme il le répète volontiers (4).

En Allemagne, plusieurs physiologistes professent maintenant sur la nature et les usages du latex une opinion qui se rapprocherait de la plus ancienne, tout en s'en éloignant sous plusieurs rapports.

(1) Adr. de Jussieu, *Botanique*, p. 205, etc., 1842.

(2) Decaisne et Naudin, *Trait. génér. Horticult.*, p. 152, etc — Frémy, *Chimie organique*, 3e édition, t. IV, p. 301.

(3) Hugo von Mohl, *Bot. Zeit.*, p. 553 et *Annales des sciences naturelles*, 3e série, t. I, p. 5.

(4) Trécul, *De la présence du latex dans les vaisseaux spiraux, rayés et ponctués.* (*Comptes rendus*, XLV, 1857, p. 402, 406 ; *id.*, LI, 1860, p. 872-874 ; *id.*, LX, 1860, p. 78–82.

D'après MM. Hanstein (1) et Julius Sachs (2), les vaisseaux laticifères jouent un rôle dans le transport des principes élaborés plastiques, ils en contiennent notablement et sont des voies de communication entre les organes assimilants et ceux qui s'accroissent; ils renferment surtout des matières protéiques; les analyses chimiques en fournissent la preuve; renfermant des matières assimilables, ils représentent au moins en grande partie la séve élaborée.

Nous disons au moins en grande partie, car d'après M. Sachs, ils peuvent renfermer simultanément des combinaisons nutritives et des principes excrétoires. Lorsque les premières sont employées à la croissance, les seconds peuvent augmenter dans les canaux.

On voit que les physiologistes allemands, et nous partageons leur opinion, se prononcent nettement sur le rôle utile du latex, sans contester cependant qu'il puisse renfermer aussi quelques principes excrétoires.

Si nous traitions dans ce travail des mouvements du latex, nous aurions à insister sur les opinions qu'ils ont émises et qui méritent d'être prises en très-sérieuse considération.

Telles ont été les principales vues formulées sur le rôle du latex. Tour à tour on en a fait un sang comparable au sang artériel des animaux, une matière excrémentitielle, une sorte de sang veineux, un liquide récrémentitiel appelé à subir une élaboration nouvelle, un liquide assimilable et nutritif, mais pouvant renfermer aussi quelques principes excrétoires.

En présence de ces opinions divergentes, et guidés déjà par les enseignements d'un premier travail sur le *Ficus elastica* (3), nous avons depuis cinq années étudié avec constance le rôle du latex chez le Mûrier blanc. En nous bornant à ce seul végétal, nous avons appris à le mieux connaître, il nous a été possible, en nous rapprochant des conditions d'exactitude qu'exige la

(1) Hanstein, *Die Milchsaftgefässe.*, etc., Berlin, 1864, p. 59.

(2) Julius Sachs, *Physiologie végétale*, traduction Micheli, p. 411, 412.

(3) E. Faivre, *Rôle du latex chez le Ficus elastica.* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. VI, p. 33.)

science, d'examiner notre sujet à des points de vue qui vont l'éclairer d'une lumière plus nette et plus vive. En embrassant dans notre étude des organismes végétaux différents, nous eussions couru risque de nous égarer, de multiplier les chances d'erreur, et de sacrifier la qualité des observations à leur nombre.

Avant d'exposer nos observations, il nous paraît nécessaire de présenter quelques considérations sommaires sur la distribution des laticifères chez la plante qui fait l'objet de notre examen. Nous avons déjà beaucoup étudié ce sujet sur lequel il y aura lieu de publier ultérieurement un travail spécial, nous ne nous bornerons qu'aux indications les plus essentielles.

Il a été fait, à notre connaissance, peu d'observations sur les laticifères du Mûrier; dans une communication à l'Académie, en date du 3 décembre 1860, M. Trécul en parle ainsi, après avoir signalé chez les Figuiers la pénétration des vaisseaux du latex dans le système fibro-vasculaire (1).

« Les Mûriers paraissent posséder une structure semblable, » car dans le *Morus constantinopolitana*, j'ai trouvé des laticifères dont les ramifications horizontales se dirigeaient vers le » corps ligneux ; et dans une de mes préparations, une telle » branche horizontale, unie du côté de l'écorce à un gros vaisseau du latex, aboutit par l'autre extrémité à un vaisseau ponctué de la surface du bois. »

Les laticifères du Mûrier se rencontrent à la face interne de l'écorce, en dedans de la couche herbacée dans la zone libérienne, ils rampent dans cette zone, entièrement rapprochés des éléments qui la constituent, savoir : les fibres du liber, les cellules libériennes, les cellules des rayons médullaires.

Nous nous bornons à signaler les fibres du liber dont le structure n'a point, d'ailleurs, de rapport avec notre sujet.

Relativement aux cellules libériennes, il convient d'entrer dans plus de détails; les cellules nombreuses, généralement

(1) *Comptes rendus*, 1860, t. LI, p. 872.

allongées, parfois fusiformes, se réunissent souvent bout à bout comme pour constituer des éléments vasculaires; leur dimension est très-variable en longueur, et elle est d'environ $0^{m},0240$ en largeur; leur contenu souvent abondant est constitué par de nombreuses et fines granulations qui jaunissent sous l'influence de l'acide azotique. C'est entre les groupes de cellules réparties entre les fibres du liber, dans le sens de ces fibres elles-mêmes, que l'on rencontre surtout les laticifères.

Nous avons cherché pendant très-longtemps à constater l'existence des cellules dites grillagées dont les anatomistes allemands ont tant parlé et qui joueraient un rôle important dans la circulation de l'écorce; nos efforts pour les découvrir chez les Mûriers sont restés jusqu'ici infructueux.

Les laticifères répartis dans la couche corticale profonde, sont nombreux; ils représentent comme des tubes très-longs, contournés, irréguliers parfois dans leur contour, et d'un diamètre d'environ $0^{mm},0180$ à $0^{mm},210$ de diamètre; ils sont remarquables par la transparence de leurs parois.

Leurs anastomoses que nous nous attendions à trouver communes sont rares au contraire, et les vaisseaux peuvent parcourir de grandes longueurs sans en offrir aucune. Un autre fait constant est que ces laticifères, dans l'écorce, ne sont point en rapport avec des vaisseaux.

Existe-t-il chez les rameaux du Mûrier des laticifères dans des régions de la tige autres que les couches internes de l'écorce? Nous avons mis tous nos soins à étudier cette importante question très-intimement liée aux recherches expérimentales; s'il existe du latex dans l'intérieur de la tige, dans l'étui médullaire, il est logique de penser qu'il deviendra apparent par de simples coupes, comme cela a lieu chez les végétaux qui en contiennent, le Figuier, par exemple. Or, nous n'avons jamais vu qu'il en fût ainsi; les coupes ne nous ont pas révélé l'existence d'une seule goutte de latex sortant d'autres parties que des couches internes de l'écorce; l'observation au microscope ne nous a pas encore démontré qu'il en fût autrement; de longues recherches, nous pouvons le dire, ne nous ont pas permis, jusqu'à présent, de dé-

couvrir des laticifères bien évidents dans les couches ligneuses ou l'étui médullaire.

I

Dans l'exposition des faits qui suivent, nous avons d'abord à examiner quels sont les rapports du latex avec l'activité végétative; ces rapports, tels qu'ils sont donnés par l'observation, peuvent fournir des indications utiles sur la nature d'un suc dont il s'agit de préciser le rôle. L'activité végétative peut être considérée :

Relativement aux saisons.

Relativement à l'état normal ou morbide des parties.

Relativement à la vitalité des divers organes ou tissus.

Relativement aux saisons, nous avons fait des recherches réitérées, à toutes les époques de l'année, sur le latex contenu dans les troncs et les rameaux, les racines et les feuilles; elles nous ont conduit aux résultats suivants :

Pendant la période d'activité végétative, du printemps à l'automne, le latex existe dans toutes les parties; pendant la période de repos, c'est-à-dire durant les mois d'hiver, on trouve le latex en grande abondance, soit aux racines, soit à l'intérieur des couches corticales de la tige et des rameaux, cette permanence d'une nappe de suc blanc pendant la phase d'inactivité est certainement un fait qu'expliqueront difficilement ceux qui voient dans le latex une simple sécrétion végétale; cet état de choses se conçoit mieux, au contraire, lorsqu'on envisage le latex comme une provision affectée à une destination ultérieure.

Nous avons noté deux faits à l'égard du liquide blanc qu'on peut retirer pendant l'hiver : le premier est qu'il s'écoule du tronc en beaucoup plus grande abondance que des rameaux; le second est qu'il met, avant de s'écouler, un temps fort appréciable; c'est l'inverse lorsque la température est élevée; l'écoulement a lieu presque immédiatement.

Le liquide retiré pendant l'hiver offre aussi une constitution spéciale; il est devenu plus blanc, plus dense, moins aqueux,

plus riche en matières amylacées et sucrées, comme le témoigne sa saveur; nous reviendrons plus loin sur cette constitution chimique.

Si une partie est saine, elle contient normalement du latex; si elle s'altère ou devient malade, ou même si son évolution normale amène sa destruction progressive, le latex diminue aussi progressivement et disparaît. Les feuilles nous en offrent un premier exemple; si l'on coupe le pétiole d'une feuille au printemps ou pendant l'été, il s'écoule un latex plus ou moins blanc, mêlé de liquide aqueux; pendant l'automne, lorsque la feuille jaunit, la même opération ne détermine plus la sortie que d'une faible quantité de latex; bientôt même il ne s'en écoule plus.

Les résultats des incisions annulaires donnent lieu à d'autres observations.

On sait que si une incision annulaire est pratiquée sur une tige ou un rameau, il y a d'abord accélération de la végétation, puis arrêt et mort de la partie située au-dessus de l'incision.

Dans ces conditions, le latex existant d'abord en notable quantité diminue sensiblement et disparaît; les incisions qu'on peut pratiquer ne déterminent plus aucun écoulement.

Nous en avons acquis la preuve dans le cas d'une incision annulaire pratiquée le 10 février 1866 sur un rameau; il y existait alors une quantité notable de suc propre; le 19 mai, la branche opérée étant plus malade, le latex se trouve en moindre quantité, tandis qu'il était fort abondant au-dessous de la plaie; le 3 août, toute la partie supérieure à l'incision avait péri, les feuilles en étaient détruites, pas trace de latex dans les deux tiers inférieurs du rameau, au-dessus de l'incision pratiquée; quelques traces seulement dans la portion la plus distante de la plaie; de ce que le latex ne s'écoule pas à la suite des incisions, on ne peut pas conclure à sa non existence absolue, mais seulement à la disparition de sa partie liquide; l'examen direct des vaisseaux, à l'aide du microscope, peut seul apprendre si la portion solide du latex est demeurée, ou est absente.

Dans les cas d'incisions annulaires sur les racines, la partie altérée et détruite est située au-dessous de l'incision; si on la

coupe lorsqu'elle est en voie de mortification, on n'y constate point la présence du suc coloré.

Sur des branches détruites sous diverses influences, nous avons toujours constaté la même absence de latex; il demeure toujours dans les tissus vivants.

Le liquide coloré fait défaut dans les parties mortifiées ou en voie de mortification; il existe, au contraire, en quantité notable, souvent même considérable, dans les organes ou tissus chez lesquels l'activité végétative est marquée.

On observera d'abord que les vaisseaux laticifères sont surtout abondants dans les couches internes de l'écorce, c'est-à-dire dans la région même où se constituent, chaque année, les couches de formation nouvelles, où se montrent les bourrelets lorsqu'on pratique les boutures; c'est un fait parfaitement facile à constater que l'écoulement du latex a lieu en abondance à la suite des incisions transversales de la couche corticale libérienne; dans les racines, les mêmes tissus sont riches en laticifères et en latex ; nous insisterons plus loin sur le rapport spécial du latex et des feuilles durant leur actif fonctionnement ; mentionnons l'abondance du latex dans les rameaux porteurs de boutons à fruits, boutons dont l'évolution, comme on sait, s'accomplit hâtivement et prépare l'acte de la fécondation. Signalons enfin un fait relatif au rapport des jeunes bourgeons et du liquide coloré.

Qu'on étudie, vers la fin de l'hiver, de jeunes branches de Mûrier dont les yeux portent les premières traces d'une végétation naissante ; qu'on pratique sur la branche, et suivant l'axe principal, des incisions qui permettent d'observer la coupe d'un œil et celle des tissus de sa base, on remarquera que le latex s'écoule en notable quantité de ces tissus, tandis que sa quantité est à peine appréciable dans les couches corticales de l'autre côté.

Ainsi, pendant l'hiver, chaque œil présente à sa base, au sein du tissu cortical de la tige qui le porte, une évidente accumulation de latex ; il semble exister là un rapport entre le latex et l'activité végétative dont cette région va devenir le siége.

II

Pour juger de l'importance et du rôle du latex, le procédé le plus rationnel consisterait à priver de ce liquide une plante ou un fragment de plante et à en provoquer ensuite la végétation ; nous avons cherché à y parvenir directement, mais nos tentatives n'ont point été couronnées de succès ; le principal obstacle à leur réussite a été, dans ce cas, l'altération inévitable de l'écorce, altération insuffisante pour la sortie du latex, et par suite de laquelle la vitalité de la partie mise en expérience est toujours compromise ; et, en effet, les plaies de l'écorce sont d'une extrême gravité chez le Mûrier, comme nous aurons l'occasion d'en fournir des preuves.

Laissant donc de côté le procédé direct, nous avons eu recours à des moyens détournés, soit pour enlever partiellement le latex, soit pour déterminer les rapports entre la disparition du liquide et la marche de la végétation.

Nous nous sommes d'abord placés dans les conditions les plus favorables, et nous avons tenté de suivre les relations qui peuvent exister entre la quantité du latex et le développement des feuilles ou des racines, soit chez les boutures, soit en pleine terre.

Le 7 février 1865, nous choisissons deux fragments de rameaux d'égale longueur, contenant une notable proportion de latex ; l'un de ces fragments est bouturé dans la serre à multiplication ; le 17, les jeunes feuilles commencent à s'étaler ; le 24, leur évolution est à peu près achevée, on constate alors, en faisant des coupes de la bouture et des coupes comparatives sur le fragment de rameau non bouturé, que chez ce dernier le latex est blanc et abondant, tandis que chez le précédent, il est rare et aqueux ; la coloration, l'aspect des couches ligneuses diffèrent également chez ces deux rameaux.

Le 8 janvier, on bouture un fragment de rameau pourvu de latex ; le 4 février, il s'est développé quatre à cinq bourgeons dont on pratique l'ablation ; le 10 mars, on effectue la section

de la bouture et l'on constate que le latex est réduit à de minimes proportions.

Le 15 janvier 1867, on bouture des rameaux de Mûrier; le 1er février, les feuilles supérieures s'étalent à peine, la section de la bouture permet de constater alors que le latex est peu abondant et fort aqueux. En choisissant à ce moment, sur un Mûrier sain, un rameau de même diamètre que le précédent et en le coupant, il s'en écoule un latex abondant et de consistance crêmeuse; la consistance du latex chez le rameau bouturé était celle d'un lait très-aqueux.

Dans cette observation, comme dans les précédentes, nous constatons que chez une bouture en état de végétation, le latex s'étend et diminue très-notablement de quantité; la disparition est plus marquée si la végétation est plus active; toutefois nous n'avons point observé que le latex disparût absolument:

Si la bouture est pratiquée sur un rameau portant seulement des boutons à fruits, les choses ne se passent point comme dans le cas de boutons à bois; les branches portant des boutons à fruits avaient été prises sur de vieux Mûriers, chez lesquels, on le sait, les fruits sont plus abondants; chez de pareilles branches, la quantité de suc propre diminue notablement, moins que dans les cas ordinaires, très-riches d'ailleurs en latex, c'est ce que nous ont appris des expériences exécutées à deux reprises dans le cours de cet hiver 1869, en quinze jours plusieurs rameaux à fruits bouturés ont étalé leurs inflorescences sans qu'à la coupe on puisse constater dans le suc blanc qu'ils renfermaient une notable diminution de quantité.

A quoi tient cette abondance de latex dans les rameaux à fruits et la faible quantité qui s'en dépense lors de l'épanouissement? C'est un point sur lequel nous ne sommes pas fixés.

Le 19 février 1869, nous avons repris les expériences sur la végétation des boutures et ses rapports avec les changements opérés dans le latex. En voici quelques résultats :

On a préparé, en vue d'expériences spéciales, une bouture de deux décimètres; vers le tiers supérieur une double incision a été pratiquée avec un pont d'écorce laissé au milieu de l'inci-

sion; au sommet de la bouture se trouvent deux yeux distants de 5 centimètres; au moment de la préparation de la bouture un latex abondant s'écoulait.

Nous constatons le 19 février que les deux yeux supérieurs ont verdi, grossi, perdu leurs écailles et sont sur le point d'étaler leurs feuilles; nous pratiquons alors une coupe oblique à un centimètre au-dessous de l'œil supérieur, et cette partie est séparée du reste de la bouture, pas une goutte de latex ne s'en écoule; une seconde coupe pratiquée dans ce même fragment nous donne un semblable résultat : la surface inférieure de la section primitive laisse exsuder quelques gouttes de latex, mais quelques gouttes isolées seulement; en opérant comparativement sur une branche prise au dehors et de même diamètre on constate qu'un latex abondant s'en écoule, ainsi, nul doute, le latex a diminué notablement de quantité sous l'influence du travail végétatif effectué par la bouture; l'examen microscopique du fragment supérieur détaché montre qu'un certain nombre des laticifères de la portion coupée ne contiennent plus de suc propre. Nous avons eu bien des fois recours à cet examen, pour contrôler les résultats obtenus par d'autres voies. Le fait de sa diminution et de la dissolution du latex étant constaté par la pratique des boutures, nous avons examiné comment les choses se passent au printemps sur les rameaux du Mûrier lorsque les bourgeons qui les couvrent entrent en végétation et étalent leurs feuilles.

Pendant l'hiver, le latex est surtout abondant dans les grosses branches et les troncs, les jeunes rameaux en contiennent relativement peu; lorsque viennent les premiers beaux jours, sans doute sous l'influence des conditions physiques extérieures, le suc coloré s'accumule dans les jeunes rameaux; si l'on constate alors cette accumulation et qu'on suive l'évolution végétative, on reconnaîtra qu'à mesure qu'elle s'accomplit plus activement, le latex devient moins abondant jusqu'au moment où les feuilles se sont épanouies. Un examen attentif montre ainsi que les branches, au printemps, comme la bouture dépensent pendant la végétation une fraction du suc blanc qu'elles renferment.

Pour fixer nos convictions à cet égard, nous avons multiplié et varié les expériences ; nous avons voulu savoir ce qui adviendrait si nous choisissions, pour en faire des boutures, des rameaux d'un an sur lesquels, au printemps, les bourgeons viennent de se développer ; en ce moment, le latex qu'ils contiennent est en faible quantité ; si ce liquide a quelque emploi dans la végétation, il est rationnel de supposer que les boutures faites dans ces conditions, ne reprendront pas ou reprendront difficilement. L'expérience confirme cette supposition. Le 17 avril 1867, on choisit des rameaux dont les bourgeons viennent de s'épanouir dans les conditions normales ; on enlève les feuilles, et l'on prépare des boutures avec ces rameaux à peu près dépourvus de latex. Placées dans les conditions ordinaires et dans la serre à multiplication, ces boutures se sont à peu près développées au 1er mai ; le 25, quelques rudiments de feuilles paraissent ; là se borne leur végétation.

Le 6 février, nous avions fait sur des boutures ordinaires des tentatives analogues ; on choisit des rameaux bouturés au moment où les feuilles sont développées ; le latex apparaît en faible quantité, et il reste des yeux, dont l'évolution ne s'est pas encore accomplie ; on enlève les feuilles ; on veut savoir si, dans l'état où ils se trouvent, de pareils rameaux bouturés de nouveau donneront lieu à quelque végétation. Une bouture comparative est faite en même temps avec un rameau normal.

Le 22 février, les pousses rebouturées à nouveau ont hâtivement développé quelques chétifs bourgeons ; au contraire, la végétation est vigoureuse chez la bouture comparative, et elle continue régulièrement ; chez les rameaux bouturés pour la seconde fois, la végétation reste languissante, stationnaire et s'affaiblit.

Les faits qui viennent d'être relatés indiquent un rapport entre la diminution du latex et l'impuissance à se produire d'une nouvelle végétation normale et complète. Mais, dans ces conditions, le ralentissement, l'impuissance de la végétation, sont-ils le fait du seul appauvrissement en latex, ou de la destruction des matières accumulées en provision dans le bois et l'étui mé-

dullaire, ou à la fois de ces deux causes? Cette dernière opinion nous semble l'expression de la vérité. En dehors des raisons qui en seront données plus loin, signalons dès maintenant quelques faits de nature à nous instruire sur ce point.

Si l'on pratique sur un tronc ou sur un rameau du Mûrier, au commencement du printemps, une incision annulaire, si l'on a soin d'enlever les feuilles et les bourgeons au fur et à mesure de leur développement, on parvient à déterminer par épuisement la disparition du latex dans ces troncs ou ces rameaux. Il est facile de constater alors qu'en même temps il s'est produit une résorption de substances accumulées dans les couches ligneuses et l'étui médullaire; les changements dans l'aspect extérieur, la coloration, la densité l'indiquent, l'examen microscopique confirme ces indications.

Voici d'ailleurs les expériences :

Le 1er mai 1867, une incision annulaire est pratiquée sur la tige principale d'un jeune Mûrier transplanté. Les pousses ont commencé, on les enlève et l'on constate que le latex est assez abondant dans la tige; le 25 mai, de nouvelles feuilles se sont développées au-dessus de l'incision, on en pratique l'ablation, le latex est déjà en moindre abondance. Le 15 juin, on constate qu'aucune nouvelle pousse n'a pris naissance au-dessus de l'incision ; des coupes répétées prouvent que le latex n'existe plus dans ces parties et que les couches ligneuses ont perdu leur aspect, ainsi que leur coloration ordinaires. L'année suivante, toute la portion supérieure à l'incision a cessé de vivre, on n'y trouve plus trace de suc blanc. Les incisions en font sortir, au contraire, avec abondance dans la partie inférieure à l'incision annulaire.

Le 17 avril 1868, on pratique une opération semblable sur un rameau pauvre en latex et dont les feuilles commencent à se développer ; ces feuilles sont enlevées.

Un autre rameau est traité comme le précédent, seulement on n'y pratique point d'incision annulaire, il doit servir de point de comparaison.

Le 19 mai, des feuilles se montrent au-dessus de l'incision ; un bourrelet s'est formé à la lèvre supérieure de celle-ci, on enlève

de nouveau les feuilles et l'on fait une nouvelle incision sous la première.

Ce rameau intact a développé de nombreuses feuilles, on en fait l'ablation.

Le 22 mai, il en a formé de nouvelles, tandis que le rameau incisé offre à peine des traces de végétation.

Le 5 juin, le rameau intact végète dans de bonnes conditions, la branche incisée a perdu sa vitalité, les quelques feuilles qui avaient pu s'y développer sont flétries.

L'examen anatomique démontre l'absence de latex, la décoloration et le changement d'état des couches ligneuses sur lequel nous avons insisté.

Ces expériences, qu'il est facile de répéter, indiquent qu'en localisant le latex à l'aide d'une incision annulaire, et en enlevant minutieusement les bourgeons et les feuilles développés au-dessus de la partie incisée, on peut diminuer très-notablement dans un tronc ou un rameau la provision de latex; elles apprennent aussi que les couches ligneuses peuvent participer à la pousse par la provision qu'elles renferment.

C'est un fait parfaitement acquis, surtout depuis les expériences de M. Arthur Gris, que les couches ligneuses du Mûrier renferment des substances en dépôt, notamment de l'amidon, destinées à fournir des éléments au végétal pendant la période active de sa vie. A l'époque de nos premières communications (1), n'ayant pas porté suffisamment notre attention sur ces faits, nous avions pensé qu'ils n'étaient pas aussi généraux qu'on pourrait le croire; depuis lors nous avons reconnu, comme M. Gris, que le Mûrier renferme dans ses tissus une abondante matière amylacée, et nous nous sommes demandé si l'existence et le rôle de cette provision étaient de nature à infirmer l'opinion que l'expérience nous avait conduit à admettre sur le latex.

En presence des données de l'expériences, telles qu'elles sont formulées dans ce travail, en face des résultats si sûrement

(1) *Bulletins de la Société botanique*, t. XII, p. 237.

acquis par MM. Payen, Gris, Hartig, Famintzin et Borodin (1), il ne nous semble guère douteux que le latex aussi bien que les matières amylacées en dépôt dans les couches ligneuses, puissent servir de provision au Mûrier. Il y aurait ainsi des végétaux chez lesquels on trouverait pour ainsi dire une double provision. Nous ignorons à quelles conditions physiologiques peuvent se rattacher des dispositions semblables. De nouvelles études seraient encore à entreprendre sur ce point et sur la concomitance entre la disparition des matières amylacées en provision et du latex.

Pour nous rendre compte du rôle du latex, nous avons eu recours à une suite d'expériences dont nous allons maintenant faire connaître les résultats; ces expériences consistent dans l'ablation autour des bourgeons d'une portion plus ou moins étendue d'écorce, ou de l'isolement à l'aide d'incisions annulaires de zones corticales plus ou moins étendue.

Le 16 février 1867, nous avons choisi plusieurs rameaux de Mûrier, et nous y avons pratiqué des incisions annulaires de manière à circonscrire autour des yeux des anneaux d'écorce de 1, 2, 3, 4 et 5 centimètres, après quoi les rameaux ont été traités dans la serre à multiplication, comme des boutures ordinaires. Dans les premiers jours de mars, il a été facile de constater que les yeux s'étaient développés d'autant mieux qu'ils étaient implantés sur une zone d'écorce plus considérable; ainsi, là où la surface corticale était de 1 à 2 centimètres, l'œil s'était allongé de $0^{mm},005$ à $0^{mm},010$; où elle était de 4 et 6 centimètres, les jeunes feuilles commençaient à s'étaler.

Le 19 janvier 1869, nous avons repris cette expérience en lui donnant plus de précision. Plusieurs rameaux ont été choisis sur des Mûriers vigoureux, préparés, comme il va être dit, et bouturés dans les mêmes conditions.

Rameau A : Chacun des yeux est circonscrit par une petite incision annulaire verticale, de manière à n'être plus entouré

(1) *Ueber transitorische Stärkebildung bei der Birke* — *Mélanges biologiques* (*Bull. Acad. imp. de Saint-Pétersb.*, 1867, p. 294.

immédiatement d'écorce, mais à conserver intactes son implantation primitive et ses relations avec la tige; dans cette condition, aucune pousse n'a lieu; au contraire, un œil laissé intact à la partie inférieure du rameau commence, au 25 février, à entrer en végétation.

Rameau B : Le 19 janvier, on y a séparé, par de doubles incisions annulaires distantes de $0^{m},01$, trois zones d'écorce, portant chacune un œil sur leur milieu; le 25 février, aucun des yeux n'a pris un notable développement.

Rameau C : L'écorce en a été partagée en trois zones par deux incisions annulaires; sur la zone inférieure d'environ 4 centimètres de longueur, on a laissé un œil, lequel, le 25 février, a pris un développement considérable, les feuilles commencent à s'étaler; la zone moyenne a 2 centimètres, elle est circonscrite par deux incisions; l'œil qu'elle porte est notablement moins avancé que le précédent, moins surtout que celui qui termine la troisième zone et la zone supérieure de la bouture, laquelle a environ 4 centimètres de hauteur. On voit à la disposition de la pièce que les deux incisions annulaires n'ont point été un obstacle à la pousse supérieure, par conséquent à l'ascension de la séve ; on peut constater encore que la vigueur de la pousse a été en rapport avec l'étendue de la zone corticale.

Le rameau D a été partagé en trois parties par des incisions annulaires de largeur et de formes variées; la partie inférieure, longue de 3 centimètres, a formé en bas un fort bourrelet; elle n'offre point d'yeux. La portion moyenne consiste en une zone corticale de 2 centimètres d'étendue. A sa partie inférieure, elle est séparée du reste de l'écorce par une incision annulaire complète; à la partie supérieure, l'incision annulaire a été pratiquée seulement aux deux tiers; il y a donc communication partielle par l'écorce entre les fragments moyen et supérieur. Le 25 février, l'œil du milieu de la petite zone que nous considérons s'est gonflé, les parties vertes en sont visibles; il est notablement plus développé que les bourgeons implantés sur des zones de même longueur, mais à incisions annulaires complètes; l'importance de la

communication, même par un lambeau d'écorce, se manifeste entre les deux fragments, et le rôle essentiel de l'écorce est mis en évidence. Ajoutons qu'un bourrelet s'est formé à la lèvre supérieure de l'incision supérieure, auprès de la bande corticale laissée intac e. La zone que nous décrivons est surmontée par une portion de rameau de plus de 4 centimètres; un bourgeon développé, au point que les feuilles en sont épanouies, la termine et donne une fois de plus la preuve de la tendance de la séve à se porter aux parties supérieures.

Les pièces dont nous présentons la description peut-être minutieuse, nous donnent deux enseignements : elles montrent en premier lieu que la végétation des bourgeons s'effectue proportionnellement à la quantité d'écorce laissée autour d'eux; les choses se passent comme si l'écorce renfermait les matériaux nécessaires à leur développement; ils ne peuvent végéter, en effet, si, maintenus intacts dans leur position normale, ils sont privés de la portion d'écorce contiguë; ils végètent faiblement et pour peu de temps, si l'on a circonscrit par des incisions distantes d'un à deux centimètres de la zone d'écorce qui les entoure.

Quelle partie de l'écorce peut renfermer les principes assimilables, indispensables au développement du bourgeon? On n'en saurait douter lorsqu'en examinant les parties après la végétation, on constate l'absence de latex dans les tissus d'où, au début de la végétation, il s'écoulait avec abondance; les laticifères et le latex ne sont-ils pas les seuls canaux vasculaires importants, le seul fluide abondant de l'écorce? la région où circule le latex n'est-elle pas la région végétative par excellence? L'examen chimique du latex apportera une nouvelle confirmation à l'ensemble de ces données expérimentales. Non-seulement l'examen direct montre que, dans les zones corticales, le latex diminue et disparaît par le fait de la végétation, mais l'examen microscopique des laticifères n'infirme point ces résultats. Nous avons soumis, comparativement à cet examen, des laticifères après la végétation et des laticifères pris sur des tissus en l'absence de végétation, et nous avons pu constater que les premiers sont très-sensiblement dépourvus de latex.

III

On sait que le latex est constitué par deux parties : l'une solide, l'autre liquide ; la partie liquide est formée par un liquide aqueux, coagulable, plus ou moins abondant ; la partie solide est constituée par d'innombrables granules, dont le volume est généralement moindre de $0^{mm},003$. Pour nous le latex se compose de ces deux éléments et que l'on peut obtenir par les incisons des couches profondes de l'écorce ; ainsi recueilli, il n'est pas, on le conçoit, rigoureusement pur ; c'est une liqueur qui peut contenir des liquides échappés aux tissus que l'instrument a entamés. Quoi qu'il en soit, le latex obtenu au moyen d'incisions est loin d'être un liquide à propriétés uniformes et constantes ; il est facile de s'en convaincre en opérant de la même manière aux diverses époques de l'année, soit sur l'écorce des troncs, soit sur celle des branches à diverses hauteurs.

Pratiquées à la fin du printemps sur l'écorce de rameaux d'une année, les incisions laissent exsuder un liquide abondant, très-aqueux, peu dense, faiblement coloré en blanc, d'une saveur amère. Faites au milieu du tronc, les incisions donnent écoulement à un latex plus épais, plus dense, plus blanc, d'une saveur amylacée et sucrée ; à la base du tronc le latex offre d'autres modifications : il a l'aspect, la consistance d'une matière crémeuse, butyreuse ; il est plutôt jaunâtre que blanc, sa saveur a perdu son amertume, elle est nettement amylacée et sucrée ; en définitive, à mesure qu'il est recueilli plus bas, le latex semble avoir subi des modifications physiques et chimiques particulières. Il importe, comme on voit, lorsqu'on veut étudier la constitution du latex, de tenir grand compte des conditions dans lesquelles ce liquide est recueilli. Dans les recherches qui suivent, nous nous sommes placés dans des conditions simples et identiques en recueillant le latex pendant le milieu de l'hiver, c'est-à-dire en dehors de l'action végétative qui exclut le mélange du liquide séveux ascendant, et en le recueillant uniquement sur les troncs et sur les grosses branches ; c'est sur ce liquide qu'ont porté nos analyses.

Suivant les conditions, disons-nous, les proportions entre ces parties solides et liquides du latex changent étrangement. Au printemps, dans les branches jeunes, surtout au voisinage de leur extrémité herbacée, le latex est fort aqueux, la proportion des granules tellement faible par rapport à la partie liquide, que la teinte blanchâtre est à peine marquée ; dans le tronc il en est autrement, l'abondance des granules, eu égard à la portion aqueuse, est extrême, de là la densité, la couleur, la consistance spéciales du liquide.

Après ces indications sur les changements appréciables que le latex peut éprouver selon les saisons et les parties du végétal, nous arrivons aux résultats de l'examen chimique et microscopique de ce liquide.

Les analyses chimiques de divers latex ont prouvé qu'ils renferment des principes assimilables. M. Boussingault a montré que le suc laiteux du *Carica Papaya* contient une substance azotée, du sucre, de la cire et une résine (1). Weiss et Wiesner ont trouvé dans le suc laiteux coagulable d'*Euphorbia platyphylla*, 2,02 pour 100 d'albumine et d'amidon non dissous, 0,51 pour 100 des mêmes substances dissoutes, 1,33 pour 100 de graisse, 6,41 pour 100 de sucre et de principes extractifs (2).

Karsten a trouvé dans la séve du *Jatropha Curcas* du tannin, de l'albumine et une substance cellulosique (3).

M. Trécul signale la présence de corps amylacés dans le suc de la Chélidoine; il observe que les sucs du *Nerium Oleander* et du *Cerbera Manghas* se colorent en bleu, preuve, dit-il, de leur richesse en matières assimilables et nutritives (4); Harting aurait aussi observé la coloration bleue dans le latex des *Jatropha acuminata* et *podagrica*. Dans un important travail, M. Fremy a fait voir que le latex contient une matière albumineuse, et que la coagulation du latex provient de la modification qu'éprouve le corps albumineux sous l'influence d'un principe astringent ; la

(1) Boussingault, *Economie rurale*, vol. I, p. 117.

(2) *Botanische Zeitung*, 1862, p. 125.

(3) Karsten, *Pogg. Ann.*, 1860, p. 516.

(4) *Ann. des sc. nat.*, 4e série, 1867, vol. VII, p. 289.

substance albumineuse est souvent en quantité appréciable; ainsi, d'une portion de parenchyme de Potiron, dans laquelle M. Decaisne a nettement constaté la présence de vaisseaux laticifères, on a pu retirer un suc qui laissait, par évaporation, un résidu de 13 pour 100 d'albumine (1), ainsi que M. Payen l'avait déjà signalé (2).

Nos études confirment plusieurs des données précédentes; elles prouvent que le latex du Mûrier blanc renferme une notable proportion de matières assimilables. Nous avons pu en acquérir la preuve, soit par l'analyse chimique directe, soit en combinant les réactifs chimiques et l'examen microscopique.

La présence de matières azotées est indiquée à l'examen microscopique par les réactions suivantes :

L'acide azotique, à froid, donne une coloration jaune; après addition d'ammoniaque, la coloration jaune prend une intensité plus grande, les globules continuent à rester distincts.

L'eau sucrée et l'acide sulfurique produisent une coloration rosée, sans altération notable des globules.

L'acide chlorhydrique fumant altère les globules, les liquéfie en quelque sorte ; à chaud, l'altération des globules devient plus manifeste, il s'y joint une coloration rose violacée évidente.

La liqueur de Fehling, à chaud, donne le précipité rouge caractéristique de la présence du sucre; les globules dans ce cas sont demeurés intacts.

Lorsqu'on fait agir l'éther à plusieurs reprises, il enlève et dépose sur la plaque une notable quantité de matières grasses.

Nos tentatives pour découvrir la présence de l'amidon à l'aide des réactifs ordinaires n'ont abouti à aucun résultat ; mais quelques réactions intéressantes méritent d'être signalées :

L'acide acétique cristallisable agit, à froid, en coagulant le latex et en formant une sorte de membrane fibreuse ; l'alcool, à froid, coagule en quelque sorte le latex et en rapproche les éléments en une masse homogène.

A l'air, le latex se solidifie et prend l'apparence d'une masse

(1) Fremy, *Chimie organique*, troisième édit., t. IV, p. 802.

(2) Payen, *Mémoire sur la composition chimique des végétaux*, p. 201.

résinoïde jaunâtre; si l'on en traite un fragment, il blanchit et l'on peut distinguer dans le liquide de nombreux granules.

Qu'il existe dans le latex des principes excrétoires tels que le caoutchouc et le tannin, c'est ce qu'on ne saurait nier, parce que tel est le résultat de l'expérience; mais il y existe surtout des matières assimilables. Sur notre demande, un professeur distingué du lycée de Lyon, M. Voigt, a fait, à ce sujet, sur du latex recueilli pendant l'hiver, les recherches qu'on va lire.

Les premiers essais ont été exécutés dans les premiers jours de janvier 1868, sur du latex récemment recueilli avec toutes les précautions convenables; on a employé la liqueur cupro-potassique au point de vue de l'appréciation du moment de la décoloration de ce liquide; on a obtenu des nombres correspondants à 0,046 et 0,40 dans 1 de latex, ou 46 à 40 de matières sucrées dans 1000 de suc propre.

L'hiver suivant, examen a été fait d'une autre quantité de latex récemment recueilli. L'existence des matières sucrées y fut constatée par leur action réductrice sur la liqueur cupro-ammoniacale; on a essayé d'en déterminer la proportion. Un premier essai tenté par la méthode des volumes à l'aide de la liqueur dite de Barreswill a conduit à une teneur de 5 pour 100 en matière réduisant le sel de cuivre à l'état d'oxydule. On ne peut donner ce nombre que comme un minimum, l'appréciation ayant été gênée vers la fin de l'opération par le défaut de limpidité du liquide employé.

Un autre essai dans lequel on a pesé l'oxydule de cuivre provenant de la réduction subie, en y employant $0^{gr},42$ de suc laiteux, a donné une richesse en matières sucrées de 12 pour 100. Il convient de remarquer que, dans ce cas, l'appréciation peut être en excès, par suite des matières autres que l'oxydule de cuivre qui ont pu être entraînées; toutefois on peut sûrement conclure de ces essais que la proportion des matières sucrées, ou agissant comme la glycose sur les sels de cuivre, est comprise entre 5 et 10 pour 100. Le liquide laiteux traité par l'acide chlorhydrique concentré, bouillant, donne une coloration violacée attribuable à l'albumine; nous avons vu que d'autres réactions conduisent à

la présence de matières azotées, mais non toutefois l'action de l'azotate de mercure. La densité du suc laiteux n'a point paru sensiblement plus grande que celle de l'eau; nous avons enfin indiqué la présence de matières grasses.

IV

Dans un précédent travail sur le latex du *Ficus elastica* (1), nous avons fait voir que les feuilles jouent un rôle important dans l'élaboration du latex; à cet égard encore ce liquide se comporte comme un produit élaboré par les voies ordinaires, plutôt que comme un produit de sécrétion ou un résidu de matières assimilables. Nous allons faire connaître les expériences qui autorisent à conclure que les choses se passent chez le Mûrier comme chez le *Ficus elastica*.

Ces expériences, d'une exécution rapide, peuvent être aisément répétées.

En coupant au printemps, après la pousse, des feuilles bien développées, on constate que le latex qui s'écoule de la coupe supérieure du pétiole est notablement plus abondant et plus coloré que celui qui s'échappe de la coupe inférieure. A mesure que la feuille se développe et fonctionne, le latex qui s'écoule de son pétiole coupé est plus riche en globules, sans cesser d'être abondant. On peut remarquer qu'à la section d'un pétiole, l'écoulement du suc coloré ou se colorant à l'air, s'effectue d'abord; il est suivi de l'écoulement d'un liquide incolore coagulable.

Une expérience très-démonstrative peut être effectuée dans les conditions suivantes: On coupe transversalement, au printemps, un rameau herbacé bien feuillé; de la portion périphérique de la coupe s'écoule en abondance un liquide mixte formé de séve et d'un latex coloré en blanc : vient-on alors à enlever aussi rapidement et aussi délicatement que possible les feuilles d'un rameau semblable, dont on pratique aussitôt la section, on constate que ce rameau ne laisse plus écouler de suc blanc, mais un liquide incolore. Nous avons répété nombre de fois et avec des

(1) *Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. VI, p. 33.

résultats constants cette même expérience; elle semble inexplicable si l'on n'admet que les feuilles versent dans le rameau le latex qu'elles ont produit; la coupe normale donne écoulement à ce latex ; la coupe d'un rameau dans les mêmes conditions, à la suite de l'ablation des feuilles, ne laisse écouler qu'un suc incolore.

L'examen microscopique nous a appris que les liquides colorés ou incolores s'écoulant par la coupe du rameau sont tous deux coagulables, mais qu'ils diffèrent par l'abondance extrême, dans le premier cas, des globules caractéristiques.

Une autre expérience, concordante avec la précédente, établit également le rapport des feuilles avec la production du latex. Vers le milieu de l'été, on coupe transversalement, à sa moitié environ, le pétiole d'une feuille, le limbe étant intact, on obtient l'écoulement d'un latex abondant mêlé à un liquide incolore. Vient-on, sur une feuille semblable à la précédente, à enlever rapidement le limbe et à couper le pétiole après cette ablation, le bout attenant à l'origine du limbe demeure sec, il ne s'en écoule pas de liquide coloré; le latex qui s'écoule par le pétiole provient donc du limbe.

Il est possible d'établir expérimentalement que le latex qui provient des feuilles descend, pendant la belle saison, dans les rameaux et la tige, et n'a point de mouvement ascendant.

L'expérience suivante établit que les choses se passent ainsi : Une section, ou mieux une incision annulaire, est faite au-dessus d'une feuille appartenant à un rameau feuillé ; il s'écoule du liquide blanc par la plaie; lorsque l'écoulement est terminé, vient-on à couper la feuille, on constate qu'il s'en écoule un latex abondant; ce latex ne s'est donc pas écoulé du pétiole par l'incision placée au-dessus.

Qu'on pratique, au contraire, l'opération précédente, mais au-dessous du pétiole de la feuille, on constate que si, à la suite de l'écoulement par la plaie, on coupe le pétiole de cette feuille supérieure, il ne s'écoule aucun latex; le liquide que la feuille renfermait s'est donc écoulé en se portant vers les parties inférieures; le latex n'a pas cessé d'exister dans les feuilles

moins rapprochées que la précédente de l'incision annulaire (1).

Aux expériences rapportées, nous en pouvons ajouter d'autres qui témoignent encore de la relation physiologique interne entre les feuilles et la formation du latex. Nous avons dit qu'au printemps, lorsque les bourgeons étalent leurs feuilles, le latex est très-rare dans les jeunes pousses; on peut le constater par la section; vient-on, à cette époque, à couper le pétiole des jeunes feuilles lorsqu'elles ont commencé à fonctionner, il s'en écoule un liquide riche en latex.

Le 21 juin 1865, on fait dans la serre à multiplication des boutures avec des pousses de l'année ; sur chaque bouture a été pratiquée une incision annulaire. Malgré cette opération, des pousses se produisent au-dessus de l'incision, et le 12 juillet nous constatons qu'une feuille normale s'est développée; dans ces conditions, pas sensiblement de latex dans la bouture; en coupant, au contraire, le pétiole de la feuille récente, il s'en écoule en notable abondance du côté attenant au limbe; dans le fragment attenant à l'axe, le liquide est, au contraire, incolore.

Sur une autre bouture avec incision annulaire, nous avons constaté un fait semblable. La coupe transversale de la bouture prouve que le latex, par suite de la végétation, s'est à peu près complétement détruit; vient-on à couper transversalement une très-jeune pousse développée au sommet de la portion de la bouture qui surmonte l'incision et portant des feuilles à peine étalées, on constate ce qui suit : du côté du pétiole attenant à la bouture, il ne s'écoule aucun suc, la pression fait sortir quelques gouttes d'un liquide incolore; du côté du pétiole commun attenant à la base des limbes, il s'écoule, au contraire, très-manifestement un suc propre coloré en blanc, chargé de granules caractéristiques. D'où peut provenir ce latex que renferme la base de la jeune feuille, et qu'on ne trouve point ailleurs, sinon de la feuille elle-même ?

Cette production est clairement démontrée par l'expérience

(1) Sur les boutures, à la fin de l'hiver, l'expérience a donné des résultats inverses, et semble indiquer que le cours du suc propre est différent.

suivante, plusieurs fois répétée et conforme à celle faite antérieurement sur le Figuier. Sur une bouture faite le 29 janvier et remplie alors de suc blanc, nous constatons dans les premiers jours de mars l'épanouissement d'un bourgeon dont les feuilles sont étalées depuis plusieurs jours; en coupant transversalement la bouture à 3 centimètres sous le bourgeon et au-dessus, nous constatons qu'elle ne renferme plus sensiblement de latex, surtout à la coupe supérieure; nous coupons alors le pétiole d'une des jeunes feuilles étalées, une faible quantité de suc incolore exsude du bout périphérique ; un latex bien constitué s'écoule, au contraire, du bout central attenant au limbe ; étudié au microscope, ce latex se montre très-chargé en globules d'apparence graisseuse. Là, l'expérience ne saurait être douteuse : le latex dans sa partie solide constitutive provient de la feuille.

Nous n'avons pas à nous étendre davantage sur l'ensemble des expériences qui précèdent; les résultats auxquels elles conduisent se résument en peu de mots.

Le latex du Mûrier blanc, tel qu'il peut être retiré de l'écorce par les incisions, renferme des principes assimilables : du sucre, de l'albumine, des matières riches en carbone; sa production offre un rapport avec l'activité des feuilles; nous le trouvons abondant dans cette partie interne de la région corticale où s'accomplissent des actes de nutrition d'une incontestable importance ; nous constatons que ce liquide diminue notablement son abondance dans des conditions où il ne saurait être qu'employé au développement du végétal ; il en est ainsi, par exemple, dans les cas d'évolution des boutures, de la pousse des jeunes bourgeons au printemps, de celle des feuilles à la suite d'ablations réitérées, précédées d'incision annulaire; nous constatons que la présence et l'abondance du liquide, sa diminution et sa disparition sont en rapport soit avec l'activité de la végétation, soit avec l'altération et la destruction des parties ; nous reconnaissons que ce suc propre est permanent dans les couches corticales pendant la saison d'hiver, sans qu'il se perde ou s'écoule au dehors.

D'après cet ensemble de faits, n'est-il pas conforme aux règles

d'une sage interprétation de reconnaître, dans le latex, un liquide utile à l'économie végétale, porteur de matières assimilables, en d'autres termes une séve élaborée? Nous ne prétendons pas pour cela que le latex renferme exclusivement des matières assimilables, et qu'on n'y puisse rencontrer d'autres principes, c'est là un point particulier à examiner, une étude spéciale à faire. Nous n'avons garde non plus de généraliser hors de propos et d'appliquer nos conclusions à des végétaux autres que celui sur lequel ont porté jusqu'à présent nos investigations.

Dans les limites de ces recherches, nous ne nous croyons autorisé à considérer le latex du Mûrier, ni comme une simple excrétion, ni comme un résidu alimentaire, puisqu'il renferme des principes assimilables, mais comme appelé à jouer dans la nutrition végétale un rôle important et direct, encore qu'il puisse renfermer des principes excrétoires.

STRUCTURE ET DÉVELOPPEMENT DU FRUIT,

Par M. Charles CAVE,

Ancien élève de l'École normale supérieure, agrégé, licencié ès sciences naturelles.

INTRODUCTION.

Le fruit est certainement un des organes les plus importants parmi ceux dont la réunion constitue un végétal. Il renferme et protége les graines destinées à perpétuer l'espèce. Si donc l'espèce est, dans le domaine de la nature, plus précieuse que l'individu, le fruit mérite peut-être plus d'intérêt que la racine, la tige et les feuilles.

Il s'en faut pourtant de beaucoup qu'il soit aussi bien connu. Un rapide examen nous suffira pour prouver ce que nous avançons.

Les botanistes les plus éminents ne sont pas d'accord sur la part qui, dans les fruits supères, revient aux carpelles et sur celle qui revient à l'axe. La majorité des savants considèrent ces organes comme exclusivement appendiculaires.

Une école nouvelle, s'inspirant des idées de M. Schleiden, veut que « tout carpelle se compose d'une feuille modifiée et d'un axe qui s'est bifurqué pour porter les ovules (1). »

Auguste de Saint-Hilaire, dont la haute autorité n'est contestée par personne, donne à cette théorie séduisante son adhésion la plus formelle, et lui consacre quelques-uns des chapitres de l'ouvrage remarquable qu'il a intitulé *Morphologie végétale*. Pourtant, ce botaniste interprète la théorie axile d'une manière spéciale. Il voit dans les placentas des rameaux nés à l'aisselle des feuilles carpellaires.

Partisan convaincu des idées de M. Schleiden, Payer entreprend de les élever au rang d'une vérité démontrée. Son traité d'organogénie comparée de la fleur est tout entier employé au

(1) Payer, *Organogénie comparée de la fleur; conclusions générales*, p. 732.

développement de cette thèse favorite. Dans les conclusions générales qui terminent l'ouvrage, il ajoute aux faits qu'il a cités d'autres considérations qui lui paraissent propres à trancher la question. A l'en croire, la difficulté n'existe plus et l'organogénie en a donné la solution confirmée par l'anatomie et l'organographie.

Envisageant l'ovaire si compliqué des Papavéracées, M. Clos paraît pencher en faveur de la théorie allemande (1).

En décembre 1865, M. E. Fournier a soutenu devant la Faculté des sciences de Paris une thèse intitulée : « *Recherches taxonomiques sur la famille des Crucifères et sur le genre Sisymbrium en particulier* (2). » Nous aurons plus d'une fois à citer ce travail, dans lequel on doit envisager deux parties bien distinctes. L'une relative aux classifications; l'autre anatomique, dans laquelle l'auteur aborde le grand problème de la nature du fruit. Selon lui, la structure des valves ne rappelle pas celle des feuilles, mais reproduit au contraire celle de la tige. Comme le fait avec raison remarquer M. Fournier, cette assimilation est d'autant plus importante qu'il s'agit ici d'un ovaire éminemment supère. Aussi nous proposons-nous de revenir plus loin sur cette assertion. Pour l'instant nous nous contenterons de la mentionner.

D'un autre côté, les botanistes qui croient à la nature appendiculaire du fruit citent en faveur de leur théorie des faits nombreux et concluants. L'aspect foliacé de certains fruits est tellement frappant que nul ne saurait le méconnaître ; ainsi M. Brongniart montre dans le *Delphinium elatum* une feuille étalée portant des ovules sur ses bords, tandis que l'axe se prolonge au delà de la fleur (3).

Dans un travail sur la Rose verte, M. A. Gris signale la même particularité (4).

(1) *Annales des sciences naturelles*, 5e série, t. III, p. 312. *Observations sur le pistil ou le fruit des genres Papaver et Citrus.*

(2) Paris, Rothschild, 1865, in-4°, *Icon.*, et *Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. II, p. 20.

(3) Brongniart, *Examen de quelques cas de monstruosité propres à éclairer la structure du pistil et l'origine des ovules* (*Archives du Muséum*, 1844, vol. IV, p. 43).

(4) A. Gris, *Ann. sc. nat.*, 4e série, 1858, vol. IX, p. 76.

M. Camille Dareste nous fait connaître un carpelle monstrueux de *Delphinium Ajacis*, dans lequel on ne saurait faire jouer un rôle quelconque à l'axe (1).

Parmi les autres écrits dans lesquels les auteurs ont démontré la nature appendiculaire du fruit, je citerai celui de M. Decaisne sur l'organogénie du fruit du Poirier (2), et le travail de M. Duchartre, sur diverses monstruosités de Tulipes (3). J'insisterai particulièrement sur les faits suivants, signalés dans ce dernier :

Quelques-uns des carpelles, au lieu de se souder entre eux, étaient restés séparés et étalés, en présentant des ovules sur leurs bords. Dans un autre cas, un carpelle montrait l'un de ses bords transformé en une lame pétaloïde ; l'autre portait à sa partie inférieure trois ovules bien conformés, tandis que les deux tiers supérieurs montraient des ovules réduits à de simples lobules arrondis.

Enfin l'ovaire de la Tulipe normalement triloculaire et à placentation axile, présentait dans les plantes monstrueuses la placentation pariétale. La portée de cette observation n'échappera à personne. Elle démontre en effet que dans l'ovaire multiloculaire les cloisons sont formées par les bords soudés des feuilles carpellaires et que les placentas dépendent de ces feuilles. Elle prouve, en outre, qu'il existe une très-faible différence entre cet ovaire multiloculaire et l'ovaire uniloculaire à placenta pariétal, car pour passer de l'un à l'autre, il suffit que les bords repliés des feuilles carpellaires avancent un peu plus ou un peu moins vers l'axe géométrique de la fleur.

Quoique provenant de plusieurs carpelles, l'ovaire peut être uniloculaire, ainsi que nous venons de le voir. De plus, la placentation pariétale peut être remplacée par la placentation centrale. Plusieurs botanistes s'accordent à voir dans les organes ainsi constitués une partie axile et une partie appendiculaire ; pour eux, la première forme le placenta et se charge d'ovules, la seconde

(1) Camille Dareste, *Note sur une monstruosité du Delphinium Ajacis* (*ibid.*, 2e série, t. XVIII, p. 218).

(2) *Bull. de la Soc. bot. de France*, t. IV, 1857, p. 338.

(3) P. Duchartre, *Notes sur quelques monstruosités de Tulipa gesneriana* (*Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. VII, p. 45).

forme les parois. Les observations organogéniques de M. Duchartre sur la fleur et en particulier sur l'ovaire chez les plantes à placenta central libre (1) tendent à démontrer que les parois de l'ovaire sont formées par des feuilles modifiées, tandis que le placenta central libre semble être un prolongement de l'axe. Payer arrive aux mêmes conclusions.

Sur ce dernier point, l'opinion des botanistes est donc presque unanime. Nous devons dire pourtant que M. Van Tieghem se place à un point de vue différent. En s'appuyant sur la nature des faisceaux vasculaires il admet que dans les Primulacées l'axe floral porte d'abord des feuilles placentaires qui produisent les ovules sur leurs bords (2).

M. Brongniart confirme par des observations tératologiques ce qu'a montré l'analyse organogénique. Dans un ovaire monstrueux de *Primula sinensis*, ce botaniste a vu le placenta revêtir l'apparence d'une branche et se couvrir de productions foliacées (3), qui représentent les ovules.

Les savants convaincus de la nature foliacée des carpelles employaient encore un autre argument fondé sur l'analogie, et dont on ne saurait méconnaître la valeur. Les organes de la fleur, disaient-ils, se ressemblent tous entre eux, ont la même nature primitive, puisqu'on les voit passer fréquemment les uns aux autres; en effet, la transition ménagée des sépales aux pétales s'observe avec une admirable netteté sur les Cactus; l'identité de nature entre les pétales et les étamines est évidente pour qui regarde une fleur de *Nymphæa alba*, et cet exemple a mérité de devenir classique. Dans les fleurs doubles, on voit les étamines se métamorphoser en pétales et, chez les fleurs pleines, la même transformation atteint aussi les carpelles.

Dans une fleur monstrueuse de *Capsella bursa-pastoris*, citée par M. Le Maout, on a vu les pétales remplacés par quatre étamines. Très-fréquemment on observe la transformation des étamines en carpelles.

(1) *Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. XI, p. 279.
(2) *Recherches sur la structure du pistil* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, vol. IX, p. 127.
(3) *Ann. des sc. nat.*, 2e série, t. I, p. 308.

Découvrir la nature primitive d'un seul organe de la fleur, c'est connaître celle de tous les autres. Posée dans ces termes, la question est facile à résoudre, car les enveloppes florales sont manifestement foliacées.

M. L. Bravais est allé plus loin. Il a cherché à comparer en détail la feuille carpellaire avec celles de la tige et celles de la fleur (1). Il admet qu'une feuille complète renferme quatre parties: un support, un nectaire, un stigmate et un limbe. Il voit le limbe dans les expansions pétaloïdes qui terminent certains carpelles comme ceux de l'Iris, dans celles qui surmontent aussi certaines étamines; le stigmate et l'anthère seraient pour lui deux parties correspondantes; le nectaire doit constituer le style, et enfin l'ovaire, le fruit proprement dit, serait formé par le support. Il est à peine besoin de dire que nous n'acceptons pas cette manière de voir qui fait du nectaire une partie intégrante de la feuille. Mais l'idée de comparer le fruit à la gaîne et aux stipules est manifestement ingénieuse. En particulier la distribution des nervures dans certains fruits rappelle celle de la gaîne. Nous ferons surtout remarquer qu'en cherchant à établir une comparaison détaillée entre les diverses modifications des feuilles dans la fleur, l'auteur a voulu sortir du domaine des spéculations vagues. C'est une tendance que nous jugeons utile de signaler.

M. Van Tieghem a aussi abordé cette question dans le grand mémoire que nous analyserons plus loin. Il nous montre (2) que certaines feuilles carpellaires sont pourvues de pétioles (*Eranthis*), tandis que d'autres sont sessiles.

Dans le travail que nous avons cité, M. Brongniart serre de plus près la question relative à la nature et à l'origine des ovules (3). Non content d'avoir prouvé que l'axe n'intervient en rien dans la production de ces corps, il montre que, chez le

(1) *Ann. des sc. nat.*, 2ᵉ série, t. XVIII, *Mémoire sur les Nectaires.* A la page 172 se trouve un article spécial intitulé : *Comparaison de la feuille carpellaire avec celles de la tige et de la fleur.*

(2) *Ann. des sc. nat.*, 5ᵉ série, t. IX, p. 155.

(3) Ad. Brongniart, *loc. cit.* — *Ann. des sc. nat.*, 3ᵉ série, t. II, p. 20, et *Archives du Muséum*, t. IV, p. 43.

Delphinium elatum, ils sont nettement des dépendances des carpelles, puisque sur les bords des carpelles devenus monstrueux on trouve en même temps des ovules normalement conformés et de simples lobes marginaux. M. J. E. Planchon, en étudiant la famille des Droséracées (1), signale quelques monstruosités des carpelles et induit de ses observations les conséquences suivantes : dans ces plantes, les ovules sont des modifications des poils qui recouvrent d'ordinaire la surface des feuilles. Cette conclusion est importante, puisqu'elle montre que la propriété de produire des ovules peut s'étendre à toute la surface de la feuille carpellaire. Elle explique sans intervention de l'axe les ovaires de certaines plantes comme les *Butomus*, les *Nymphœa*, etc., dans lesquels toute la paroi interne des carpelles se recouvre d'ovules.

Un instant, on crut avoir trouvé un caractère propre à trancher la question. A. Steinheil fut, je crois, le premier à signaler chez les feuilles le développement basipète (2). Il remarqua que, dans ces organes, le sommet apparaît d'abord, passe à l'état inerte, et se trouve ensuite porté de plus en plus haut, le développement s'opérant toujours par la base de l'organe. M. Schleiden considéra ce mode de croissance comme général, et cette opinion fut longtemps acceptée comme l'expression de la réalité (3). C'est à ce point de vue que se placèrent M. Naudin (4) et M. de Mercklin (5). D'un autre côté, on croyait que le développement d'un axe marche toujours en sens inverse, c'est-à-dire que la base en est plus âgée, le sommet toujours plus jeune. Il en résultait que, pour se prononcer sur la nature morphologique

(1) J. E. Planchon, *Sur la famille des Droséracées* (*Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. IX, p. 79). L'étude spéciale de cette monstruosité se trouve à la page 86.

(2) Ad. Steinheil, *Sur le mode d'accroissement des feuilles* (*Ann. des sc. nat.*, 2e série, 1837, t. VIII, p. 257).

(3) Schleiden, *Sur la signification morphologique du placentaire* (*Ann. des sc. nat.*, 2e série, t. XII, p. 373).

(4) Ch. Naudin, *Résumé de quelques observations sur le développement des organes appendiculaires des végétaux* (*Ann. des sc. nat.*, 2e série, t. XVIII, p. 360).

(5) *Observation sur l'histoire du développement des feuilles* (*Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. VI, p. 215).

d'un organe, il suffisait d'en examiner l'ordre d'évolution longitudinale. En particulier, toute portion de fruit qui se développe de haut en bas eût été forcément une feuille. Au contraire, on devait rapporter au système axile tout organe qui se développe de la base au sommet ; c'est le raisonnement de M. Schleiden dans le mémoire que nous venons de mentionner.

Mais il fut bientôt facile de voir que ce critérium n'est pas aussi sûr qu'on l'avait pensé d'abord. Un petit nombre de botanistes avaient constaté que, dans certaines feuilles, l'accroissement doit marcher en sens inverse, puisqu'il est évident que le sommet de ces organes est encore jeune quand leur portion basilaire est arrivée à son état définitif. Payer tomba à ce sujet dans une singulière exagération. Renversant les termes de la question, il considéra comme appendiculaire toute partie qui se développe de bas en haut, et comme axile toute partie qui suit la marche inverse. Du moins, nous ne croyons pas pouvoir interpréter autrement le passage suivant tiré de ses *Conclusions générales*, page 728 : « C'est sur la partie axile que naissent toujours les ovules. Dans les Berberis il y en a plusieurs, et, » quand on recherche dans quel ordre ils apparaissent, on re- » marque que, comme dans les Primulacées et les Célosiées, ils » apparaissent du sommet à la base, *nouvelle preuve de la nature* » *axile de ces placentas*. »

Avant d'aller plus loin, il convient, je crois, de faire une remarque. La méthode organogénique jouit d'une telle autorité que l'on pourrait être tenté de regarder comme douteux des faits contraires en apparence à ce qu'elle nous enseigne. Mais, d'abord, il n'est pas une méthode que l'on doive considérer comme infaillible à elle seule. D'ailleurs, ce que nous contestons ici, ce ne sont pas les faits organogéniques, ce sont les conséquences qu'on a voulu en déduire. Les conclusions générales que formule Payer ne sont pas, il s'en faut de beaucoup, fondées sur ses observations ; nous venons d'en montrer un exemple. Sur bien des points, il ne fait usage que de l'analogie ; c'est ce qui lui arrive en particulier quand il dit (page 732) : « Entre les ovaires pluriloculaires à placentas

» axiles et les ovaires uniloculaires à placentas pariétaux, il y a
» tous les intermédiaires possibles, et, par conséquent, dans les
» uns comme dans les autres, les placentas appartiennent au
» système axile. » Dans ce passage, l'auteur va plus loin que le résultat de ses observations. Il induit d'après ce qu'il a remarqué, et ses inductions peuvent être fausses, tout en s'appuyant sur des faits réels. Il peut généraliser à tort ce qui n'est vrai que dans quelques cas particuliers. Il serait facile au surplus de retourner son raisonnement contre lui et de dire : les placentas pariétaux dépendent des feuilles carpellaires, on trouve dans la nature tous les intermédiaires entre ces placentas pariétaux et les placentas axiles. Donc ces derniers sont aussi formés par les feuilles. Cette conclusion, dans le cas particulier qui nous occupe, serait même exacte. Mais on voit par cet exemple qu'il vaut mieux avoir recours à l'observation directe et faire un usage modéré de cette arme à deux tranchants qui s'appelle l'induction analogique.

Pour décider entre ces deux manières de voir, M. Trécul a repris cette question et l'a examinée d'une manière beaucoup plus générale (1). Il s'est aperçu que les deux modes de croissance admis par les auteurs existent réellement, et il en a signalé deux autres. En somme, il y a pour les feuilles quatre ordres d'évolution dans le sens de la longueur, et ces quatre modes sont suffisamment expliqués par les mots basipète, basifuge, mixte et parallèle. D'un autre côté, le même auteur prouve dans le même mémoire que les axes d'inflorescence de certaines Graminées se développent du sommet à la base. Cette découverte, sur laquelle M. Trécul a encore insisté dans une communication faite à l'Institut le 8 mars 1869, met à néant la règle proposée par M. Schleiden.

Au lieu de s'adresser à l'ordre d'évolution longitudinale qui ne pouvait donner de solution générale, d'après ce qui précède, d'autres botanistes songèrent à examiner en détail la structure

(1) *Mémoire sur la formation des feuilles* (*Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. XX, p. 183 à 190, et même volume, p. 235 à 314).

intime du fruit, c'est-à-dire à employer la méthode anatomique. L'organe dont nous nous occupons se compose de deux éléments qui sont les faisceaux fibro-vasculaires et le parenchyme. Les diverses dispositions que présente la première de ces parties ont fourni à M. Lestiboudois la matière d'un mémoire qu'il a intitulé : « Essai de carpographie anatomique (1). »

Dans ce travail, l'auteur examine les divers modes de distribution et d'expansion des nervures et montre que toutes ces dispositions peuvent s'expliquer par l'hypothèse que les carpelles sont toujours autant de feuilles et que les placentas en sont des dépendances. A ma grande surprise je n'ai pas trouvé dans cet essai la mention spéciale des fibres rayonnantes qui jouent un rôle assez important dans certains fruits : la discussion à laquelle elles pouvaient donner lieu est aussi laissée de côté. Malgré sa valeur, ce mémoire n'a pas amené la conviction dans tous les esprits, et la théorie axile n'en compte pas moins encore quelques partisans.

On le voit : les deux opinions en présence étaient soutenues avec une égale ardeur et la discussion menaçait de ne jamais finir.

Afin de mettre, s'il se pouvait, un terme à une pareille incertitude, l'Académie des sciences de Paris proposa la question controversée comme sujet de concours pour le prix Bordin, qu'elle devait décerner en 1867. Le candidat couronné fut M. Van Tieghem. Par des considérations empruntées à la disposition des faisceaux fibro-vasculaires, il montre que, presque toujours, l'axe floral s'épuise en donnant naissance aux carpelles. Quand, par hasard, cet axe se prolonge dans le fruit, il ne porte pas les ovules qui dépendent exclusivement des carpelles. Dans ces derniers organes, on trouve non pas la symétrie circulaire par rapport à un axe, mais seulement la symétrie bilatérale par rapport à un plan. Donc les carpelles sont des feuilles ; le placenta qui porte les ovules dépend des feuilles carpellaires, et ne provient nullement de l'axe.

(1) *Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. II et t. III.

Pour arriver à ce résultat, l'auteur commence par demander à l'anatomie une définition précise de l'axe et de l'appendice (1). Voici celle qui lui semble acceptable : « Partout où un certain » nombre de faisceaux, tous orientés de même avec leurs tra- » chées en dedans, seront rangés en cercle autour d'une moelle » continue, nous reconnaîtrons dans ce système un axe ; mais » qu'une scission de parenchyme se fasse entre les faisceaux, » que leur orientation normale s'altère ; que leur disposition cir- » culaire et symétrique soit détruite ; que toutes ces choses arri- » vent à la fois *ou qu'une seule se produise*, nous devons déclarer, » quelles que soient d'ailleurs la direction de ces faisceaux et les » liaisons parenchymateuses qui continuent à les réunir, qu'ils » sont appendiculaires, et qu'ils le sont à partir du point où » s'est manifesté le premier de ces changements dans l'ordre » primitif. »

L'auteur fait ensuite appel à une deuxième définition ; il appelle *insertion anatomique d'un organe* le point où le système vasculaire du deuxième organe se sépare du système vasculaire du premier, avec lequel il était jusqu'alors intimement confondu (2). « Tantôt, ajoute-t-il, ce point coïncide avec l'inser- » tion apparente, parce que le parenchyme forme immédiate- » ment autour de chaque système vasculaire une gaîne distincte ; » tantôt, au contraire, ces deux systèmes restent quelque temps » enveloppés par une gaîne parenchymateuse commune, et l'in- » sertion extérieure et cellulaire se trouve, suivant la direction » ascendante ou descendante du faisceau émergé, rejetée au- » dessus ou au-dessous de l'insertion vraie intérieure et vascu- » laire. »

Ces définitions posées, M. Van Tieghem divise son travail en trois chapitres, dont deux seulement ont été publiés dans les *Annales d'histoire naturelle* : 1° *Comparaison des méthodes de recherche* ; 2° *Structure anatomique de l'ovaire dans ses types principaux*.

(1) *Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. IX, p. 132.
(2) *Ibid.*, p. 134.

Selon ce botaniste, quatre méthodes peuvent être employées pour résoudre la question controversée : 1° analogie ; 2° tératologie ; 3° organogénie ; 4° anatomie. Discutant le degré d'autorité de chacune d'elles, il arrive à cette conclusion que l'anatomie donne seule des résultats dignes de toute confiance.

Procédant alors à l'examen anatomique des ovaires non adhérents, le lauréat de l'Académie montre de la manière la plus nette que tous ces ovaires sont essentiellement constitués par des feuilles modifiées, dont les faisceaux marginaux produisent les ovules. Quand l'axe se prolonge, il traverse seulement le véritable fruit sans servir à la reproduction de l'espèce. Je ferai en passant une observation : les preuves anatomiques fournies par M. Van Tieghem concordent pleinement avec celles que M. Brongniart emprunte à des phénomènes tératologiques. Comme on le verra par la suite de notre étude, la structure du fruit complétement développé confirme encore cette manière de voir, quelle que soit la complication du parenchyme. En général, nos observations nous ont conduit à des conclusions analogues à celles que contient le mémoire couronné par l'Académie. Mais il est quelques points sur lesquels j'ai le regret de ne pas me trouver d'accord avec l'auteur. Je laisse de côté ce que les définitions posées ont de trop absolu ; la critique des principes développés par M. Van Tieghem a été faite à l'Académie même par M. Trécul (1). Je veux m'occuper seulement des conséquences.

Pour l'auteur du mémoire que nous analysons, la coupe réceptaculaire des plantes à insertion périgyne est formée par la soudure des organes extérieurs de la fleur. Tout le monde est pourtant d'accord maintenant pour y voir une dépendance de l'axe. Cette opinion générale est conforme à la réalité ; j'aurai occasion d'en donner la preuve. A notre sens, au reste, la nature axile de cette coupe est tellement évidente, que la considération de cette partie devait suffire pour engager M. Van Tieghem à

(1) *Comptes rendus des séances hebdomadaires de l'Académie des sciences* (séances du 26 février et du 8 mars 1869).

modifier quelque peu ses définitions et à chercher d'autres caractères distinctifs.

Je n'accepte pas davantage l'opinion qui se trouve formulée dans une Note ajoutée après coup (1). « Il n'y a pas lieu, y li-
» sons-nous, de se préoccuper, en général, des changements qui
» s'opèrent dans le tissu cellulaire des parois de l'ovaire pendant
» la formation du fruit. Ces sortes de transformations qui altè-
» rent profondément le caractère extérieur du fruit et qui va-
» rient d'ailleurs beaucoup dans des plantes très-voisines, n'ont
» rien à faire avec la question de morphologie générale qu'a pro-
» posée l'Académie. Ce n'est pas, en effet, de la structure des
» péricarpes qu'il s'agit ni de la description des couches succes-
» sives fibreuses ou vasculaires qui les constituent à la maturité,
» mais bien de l'analyse anatomique de l'ovaire adulte et les
» changements ultérieurs qu'il subit ne font le plus souvent qu'en
» marquer la vraie constitution. »

Nous en convenons volontiers : pour savoir si un fruit provient d'une feuille, il n'est pas absolument nécessaire d'examiner en détail la structure de ce fruit parvenu à maturité. Mais cela ne veut pas dire que cette étude soit inutile. Dans une question de cette nature, il est bon de pouvoir appuyer la vérité sur plusieurs démonstrations. Quelque variées qu'elles soient, les modifications ultérieures subies par le fruit ne cachent pas la nature primitive de l'organe à celui qui les étudie attentivement. L'examen du parenchyme, négligé à dessein par l'auteur que nous venons de citer, nous a fourni des arguments tout à fait indépendants de ceux que contient le mémoire couronné par l'Institut. Nous avons été assez heureux pour le reconnaître : au milieu des innombrables variétés que présente le fruit sous le rapport de l'épaisseur et de la consistance, on retrouve toujours la même structure fondamentale, et cette structure est celle de la feuille. Il en résulte, à notre sens, une deuxième démonstration de cette théorie, démonstration secondaire, si l'on veut, mais encore intéressante.

(1) *Loc. cit.*, p. 147.

En supposant même que cette confirmation supplémentaire des idées les plus répandues n'ait aucun intérêt, nous croyons que nos recherches contribueront à combler, dans une certaine mesure, une profonde lacune qui dépare encore nos connaissances carpologiques. Entre son état primitif tel que nous le fait connaître l'organogénie et l'état définitif tel qu'il est indiqué dans les ouvrages descriptifs, l'organe qui nous occupe a présenté de nombreux intermédiaires. Quels sont ces intermédiaires? Quelle loi préside à l'évolution du fruit? Comment cet organe se développe-t-il en longueur et en épaisseur? Ce sont là autant de questions qui n'ont même pas été abordées dans leur généralité. Nous nous sentons d'autant plus fort en signalant ces lacunes de la science actuelle, que nous avons lu avec une scrupuleuse attention le *Rapport* (1) composé par M. Duchartre. Dans ce document, destiné à préciser officiellement l'état des connaissances botaniques en France, et rédigé après de longues et consciencieuses recherches, nous n'avons rien trouvé qui se rapporte à la série de problèmes que nous venons d'indiquer.

Il nous semble aussi que l'examen auquel nous avons consacré notre temps fournit pour la solution du problème relatif à la nature du fruit une nouvelle méthode, tenant à la fois de l'organogénie et de l'anatomie, mais plus complète et plus sûre que chacun de ces moyens d'investigation. Elle consiste à prendre l'organe que l'on veut étudier dès les premiers temps de son existence et à en suivre pas à pas les transformations. Il ne s'agit pas ici seulement des transformations extérieures, mais bien des modifications de structure intime. En un mot, la méthode que nous recommandons et que nous avons cherché à appliquer, consiste à prendre le même organe à différents âges et à en faire l'anatomie aux diverses périodes de son existence. On en conclut les lois de développement de cet organe et on les compare aux lois de développement des autres parties végétales. Cette marche nous a paru éclairer les questions d'origine d'une lumière très-vive. Dans le problème qui nous occupe, plusieurs cas sont pos-

(1) *Rapport sur les progrès de la botanique physiologique*. Paris, 1868, p. 39.

sibles ; ou le fruit est formé seulement de feuilles modifiées, ou il fait partie du système axile, ou bien l'axe et les appendices entrent à la fois dans la constitution de l'ovaire, ou enfin les mêmes lois générales régissent le développement de la tige, celui des feuilles et celui du fruit. Dans ce dernier cas, la question de nature spéciale n'existerait même pas, puisque les axes et les appendices ne différeraient pas entre eux. Notre méthode nous tirera d'incertitude à ce sujet. Dans le premier cas, en effet, des lois identiques présideront au développement du fruit et à celui de la feuille. Si le fruit est un axe modifié, il se développera comme une tige en longueur et en épaisseur. Dans le troisième cas, les portions axiles et les portions appendiculaires présenteront des modes d'accroissement en rapport avec leur nature respective. Le fruit est-il un organe *sui generis?* Nous en serons avertis par des lois spéciales. Au surplus, M. Duchartre fait ressortir dans les termes suivants la portée de cette méthode (1). « L'étude du développement des » organes floraux me semble destinée à jeter beaucoup de jour » sur la plupart des questions relatives à leur véritable nature. » Avant d'arriver à cet état adulte sous lequel nous les obser- » vons le plus souvent, chacun d'eux a pu passer par une série » d'altérations dont le résultat définitif a été, dans beaucoup de » cas, de modifier notablement son organisation primitive et de » fournir ainsi une ample matière aux discussions systématiques. » Pour remédier à ce grave inconvénient, il n'est qu'un moyen » assuré, c'est de remonter à l'origine première de l'organe et » de le suivre ensuite pas à pas dans toutes les phases de son » évolution, afin de se rendre compte des modifications qui » surviennnent, soit dans sa forme, soit dans ses rapports. » Le même botaniste formule la même idée dans une autre étude (2).

En d'autres termes, la théorie de Gœthe admise par la plupart

(1) P. Duchartre, *Mémoire sur la fleur et plus particulièrement sur l'ovaire de l'Œnothera suaveolens* (*Ann. des sc. nat.*, 2e série, t. XVIII, p. 339).

(2) P. Duchartre, *Observations sur quelques parties de la fleur du* Dipsacus, *etc.* (*Ann. des sc. nat.*, 2e série, t. XVI, p. 221).

des botanistes et démontrée anatomiquement par le lauréat de l'Académie, prendra un bien plus haut degré d'évidence, si l'on parvient à prouver que des lois identiques régissent le développement pour les feuilles et les fruits, et que ces lois diffèrent de celles qui président à l'évolution des tiges. Or, le développement longitudinal des axes est assez bien connu, ainsi que leur accroissement en diamètre. Quant aux feuilles, on en connaît l'évolution longitudinale. Mais le développement en épaisseur n'a occupé aucun botaniste, à notre connaissance du moins. Quelques faits de détail ont seulement été aperçus et nous les indiquerons par la suite. Nous avons dû nous occuper de les coordonner, de les généraliser par nos propres observations. La comparaison des lois ainsi obtenues avec celles que nous fournit le fruit nous a donné une troisième démonstration des principes posés par Gœthe. Par contre, les coupes réceptaculaires se développent comme les tiges.

Dans cette partie de notre tâche, la plus importante, selon nous, nous avons pu nous appuyer sur des travaux antérieurs. Mais la question n'ayant jamais été envisagée dans son ensemble, les indications fournies ne se rapportaient qu'à des points de détails. Dans ses remarquables recherches sur les formations vésiculaires à l'intérieur des cellules végétales (1), M. Trécul a plus d'une fois choisi ses exemples chez les fruits. Il a montré que souvent les organes élémentaires considérés comme des cellules sont en réalité des productions élaborées à l'intérieur des cellules véritables. Cet examen l'a conduit à formuler, pour la multiplication des utricules, des théories beaucoup plus générales que celles qui avaient jusque-là prévalu dans la science. C'est ainsi qu'aux modes de multiplication déjà décrits, il ajoute la production pseudo-vacuolaire, et qu'il donne de la multiplication, dite par division, une explication un peu différente de celle qui est habituellement formulée.

Les travaux (2) du même auteur sur les formations secon-

(1) *Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. X.
(2) *Ibid.*, même série, t. II, p. 273.

daires des cellules nous ont été également utiles, et son Mémoire sur le *Développement des fibres ligneuses* a puissamment contribué à faciliter nos recherches (1). Comme on le verra par la suite, nous avons à signaler une identité presque complète entre la formation des fibres ligneuses et celle du système épidermique interne.

Nous ne citons ici qu'une faible partie des indications qui nous ont été fournies par cet auteur. Il n'est, pour ainsi dire, pas un seul des nombreux mémoires dont ce savant a enrichi les *Annales des sciences naturelles*, pas une seule de ses communications à l'Académie des sciences qui ne nous ait été profitable. Aussi, croyons-nous acquitter une dette personnelle en disant que bien souvent les travaux de ce botaniste nous ont facilité l'intelligence de détails qui nous auraient arrêté longtemps, si l'explication ne nous en avait pas été fournie. Plus d'une fois encore, quand nous hésitions à admettre l'exactitude d'un fait de structure intime que nous avions aperçu, nous avons été confirmé dans notre idée première en consultant les dessins du savant micrographe.

Nous avons déjà mentionné la thèse de M. E. Fournier. Nous y avons trouvé signalés, avec un plaisir facile à comprendre, quelques-uns des faits que nous aurons à expliquer. La couche fibreuse qui double l'épiderme interne y est étudiée avec soin. Selon nous, cette couche est beaucoup plus constante que ne le croit l'auteur. Mais, pour le cas particulier des Crucifères, l'étude en est on ne peut plus attentive. A un instant (2) l'auteur fait une observation qui, suivie d'une manière plus spéciale, lui aurait permis d'expliquer l'accroissement de cette couche fibreuse. « Dans les *Sisymbrium*, dit-il, cette couche de fibres est » unique. Seulement, vers l'extrémité latérale de la valve, au » point où elle rejoint le placenta, plusieurs fibres se superposent » l'une à l'autre, et celles qui apparaissent alors ont un calibre » cylindrique et sont situées en dehors des précédentes. » Tout

(1) *Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. XIX, p. 63.

(2) *Loc. cit.*, p. 6.

cela est vrai et même général. La raison en est bien simple. Les fibres les plus extérieures sont les plus jeunes ; c'est pour cela qu'elles sont cylindriques.

Le rôle joué par les fibres nervales pour constituer dans l'intérieur du fruit des nervures secondaires est fort bien indiqué (1) ; mais nous avons à peine besoin de faire remarquer que l'origine de ces fibres n'est nullement examinée. Les dessins de l'auteur indiquent qu'il a vu quelque chose de particulier aux points où nous signalons la couche génératrice. Mais il ne s'est pas arrêté à chercher l'explication de ces apparences.

En somme, malgré des objections de détail, la nature foliacée du fruit supère est établie par l'analogie, par la tératologie, par l'organogénie. Sur la distribution des nervures dans les fruits nous ne trouvons que deux travaux d'ensemble, à savoir : celui de M. Lestiboudois et celui de M. Van Tieghem. Ce dernier est capital puisqu'il démontre la nature appendiculaire de l'ovaire non adhérent. Mais, par une fâcheuse exagération, l'auteur méconnaît la nature axile de la coupe réceptaculaire dans les plantes à insertion périgyne et ne suit pas le fruit jusqu'à son complet développement.

Relativement au parenchyme, les faits acquis étaient peu de chose. D'un côté, on s'était contenté de signaler l'analogie de la feuille et du carpelle, sans chercher à appuyer cette assimilation sur des études approfondies. D'autres auteurs préoccupés d'une théorie différente n'acceptaient pas la ressemblance qui existe entre le tissu foliaire et le péricarpe; ils comparaient quand même le parenchyme du fruit à celui de la tige. Enfin, la question relative au développement avait été laissée dans l'ombre. A côté de cette absence de notions générales, nous avons dû remarquer d'excellentes études partielles.

Pour nous, nous avons examiné avec détail le parenchyme d'un certain nombre de fruits choisis de manière à présenter des types très-variés de structure. Nous avons montré que la consti-

(1) *Loc. cit.*, p. 13.

tution intime de ces fruits est toujours celle des feuilles. Nous avons ensuite comparé le développement des fruits à celui des organes appendiculaires et nous y avons retrouvé les mêmes lois fondamentales. Ces lois diffèrent de celles qui règlent la croissance des tiges. Nous sommes donc en droit de le dire : nous avons, par des considérations nouvelles, démontré la nature foliacée du fruit. En réunissant nos arguments à ceux qui ont été développés antérieurement, on ne saurait plus conserver de doute sur cette question si controversée.

Si l'on a rencontré des difficultés, quand il s'est agi d'interpréter la nature des fruits supères, on ne doit pas être surpris de voir le dissentiment augmenter quand il s'agit de fruits provenant d'un ovaire infère. La question se complique en effet, parce que la coupe réceptaculaire vient faire partie du fruit. Pour M. Schleiden et son école, toute la partie inférieure du fruit est axile. Suivant une comparaison souvent faite par Payer, les carpelles forment seulement au-dessus de cette coupe réceptaculaire une sorte de pont ou mieux de toit surmonté par le style. L'opinion diamétralement opposée et traduite par les mots d'ovaire adhérent au calyce a régné pendant longtemps. Elle a reçu, dans ces derniers temps, une modification importante entre les mains de M. Van Tieghem.

Selon ce botaniste, les ovaires conformés comme d'habitude sont soudés avec une coupe réceptaculaire, qui n'est pas seulement le tube d'un calyce gamosépale, mais qui provient de la coalescence de tous les organes extérieurs de la fleur. Ce que nous avons dit à propos des ovaires libres permet de prévoir l'opinion que nous cherchons à faire prévaloir. Selon nous, les idées que nous venons d'énoncer seraient justes si l'auteur ne méconnaissait pas la nature axile de la coupe réceptaculaire. Avant d'indiquer les considérations sur lesquelles nous nous appuyons, il convient de faire rapidement l'historique de la question. Nous verrons que cette théorie déjà formulée avec autorité par les botanistes les plus compétents a pour elle l'analogie et l'organogénie. Il nous restera à montrer quels nouveaux éléments de conviction nous avons introduits.

Tout d'abord le travail de M. Trécul sur les ovaires des *Prismatocarpus* (1), condamne l'exagération dans laquelle tombe quiconque refuse tout rôle à l'axe dans les ovaires infères. Il n'est, selon nous, plus permis d'employer les expressions d'ovaire adhérent au calice, si l'on croit avoir reconnu dans le fruit de ces plantes toutes les parties constitutives d'une tige. Cette manière de voir fournissait un puissant appui à la théorie de M. Schleiden ; mais ce n'était évidemment qu'un cas particulier, et l'on aurait été mal fondé à vouloir généraliser d'après un exemple unique.

La théorie axile publiée peu de temps auparavant, en Allemagne, par M. Schleiden avait attiré l'attention de M. Duchartre. Aussi chercha-t-il dans l'examen du développement et de la structure de l'ovaire de l'*Œnothera suaveolens* des arguments pour ou contre cette manière de voir. Il crut pouvoir conclure de ses recherches que, dans cette plante du moins, l'ovaire infère n'est pas formé par l'axe lui-même, creusé d'autant de cavités ovulifères qu'on y trouve de loges. Selon ce botaniste, l'ovaire infère de la plante en question s'explique facilement si l'on admet l'existence de quatre feuilles carpellaires soudées extérieurement à la coupe réceptaculaire et repliées en dedans pour former les cloisons qui viennent dans l'axe de l'organe entier se réunir à un prolongement du pédoncule (2).

Payer a, comme je l'ai dit, consacré de longues et patientes recherches à l'étude de l'organogénie comparée de la fleur, c'est dire qu'il s'est occupé des ovaires infères. On devine sans peine la conclusion à laquelle il arrive. Puisqu'il a voulu faire intervenir l'axe dans la constitution des ovaires supères, il ne peut manquer de trouver des tiges dans les ovaires infères. Aussi parle-t-il à chaque instant de fossettes creusées dans le réceptacle; cette théorie a été admise par M. Chatin (3), qui, en examinant le cas particulier relatif au *Vallisneria spiralis*, s'exprime ainsi qu'il suit : « La cavité ovarienne se creuse

(1) *Ann. des sc. nat.*, 2e série, t. XX, p. 339.

(2) *Ann. des sc. nat.*, 2e série, t. XVIII, p. 339.

(3) *Comptes rendus, etc.*, t. XLI, p. 475.

» tardivement dans l'axe, comme l'admettent MM. Schleiden et
» Payer pour les ovaires infères en général. »

Au milieu de ses travaux sur les Poiriers, M. Decaisne, en suivant le développement progressif de l'ovaire infère des Pomacées, arrive au contraire à cette conclusion que les carpelles sont primitivement libres dans l'enceinte réceptaculaire dont ils occupent le milieu.

M. Naudin (1) formule la théorie à laquelle il s'arrête dans des termes que je veux transcrire textuellement, tant ils sont précis et énergiques : « Je déclare qu'à mes yeux c'est l'axe florifère
» lui-même, en d'autres termes, le pédoncule qui, chez les Cu-
» curbitacées, enveloppe l'ovaire en totalité ou en partie et que
» le calyce libre de toute adhérence se retrouve tout entier sur
» le couronnement de cette sorte de cupule. »

La doctrine qui veut faire entrer l'axe végétal dans la constitution des ovaires infères semble donc acceptée par tous les botanistes et la divergence ne se fait sentir que quand il s'agit de dire quelle est la part du système axile. Pourtant, M. Barnéoud déclare que « dans la *Trapa natans*, l'ovaire naît libre et se soude
» presque immédiatement après au *tube du calyce*, soit à l'aide du
» disque, soit à l'aide d'un tissu cellulaire interposé. Chez les
» Caprifoliacées, les Orchidées, les Haloragées (*Hippuris*), la
» soudure est congénitale (2). »

Dans son beau Mémoire déjà si souvent cité, M. Van Tieghem démontre anatomiquement qu'il faut distinguer dans un ovaire infère un certain nombre de carpelles qui enveloppent toute la cavité ovulifère et une coupe réceptaculaire à laquelle ces carpelles sont soudés extérieurement. C'est l'opinion de R. Brown, de MM. Brongniart, Duchartre, Naudin et Decaisne, et nous allons en prouver la vérité dans le cours même de cette étude. Cependant M. Van Tieghem, entraîné par son procédé d'analyser des fruits libres d'adhérence, méconnaît la nature axile de cette coupe réceptaculaire et veut y voir un ensemble appen-

(1) *Comptes rendus*, t. XLI.
(2) *Comptes rendus*, t. XXIV, p. 210.

diculaire formé par la réunion du calice, de la corolle et de l'androcée.

Notre tâche était évidente d'après ce qui précède. Nous devions, dans le fruit adulte, examiner la portion qui enveloppe immédiatement la cavité des graines et chercher à y reconnaître la structure des feuilles carpellaires; nous devions nous proposer de montrer que la portion extérieure des mêmes fruits est analogue à une coupe réceptaculaire parvenue à la maturité. C'est ce que nous avons fait. Mais, on se le rappelle, nous avons à notre disposition une autre méthode: nous avons suivi un certain nombre de fruits infères dans leur développement et nous y avons toujours reconnu deux parties: l'une d'elles s'accroît en épaisseur comme les tiges, l'autre se comporte comme un ensemble de carpelles. Aux démonstrations fournies par l'analogie, par l'organogénie et l'anatomie, nous avons ajouté une preuve physiologique. Nous avons mis hors de toute contestation les principes professés par l'immense majorité des savants français. Mais il y a plus : nos conclusions ne s'arrêtent pas aux cas particuliers que nous avons examinés. Ayant montré que les tiges et les feuilles obéissent dans leur développement à des lois différentes, nous fournissons de notre côté aux botanistes le moyen de distinguer à coup sûr ce qui dans un fruit est axile et ce qui est appendiculaire. Muni des caractères que nous avons signalés, chacun peut prendre un certain nombre de fruits non encore complétement étudiés et y faire la part de l'axe et des appendices. Ainsi la méthode générale est trouvée et la solution complète n'est plus qu'une question de recherches spéciales et descriptives.

Qu'il me soit permis de placer ici une observation à laquelle j'attache un certain prix. On a vu trop souvent l'esprit humain se laisser tromper par les mots et leur attribuer une importance qu'ils n'ont pas réellement. C'est, je crois, ce qui est arrivé dans la question actuelle et ce qui a déterminé la longue faveur dont a joui la théorie axile. Pour les besoins de l'étude on a subdivisé les organes végétaux en deux grands systèmes, le système axile et le système appendiculaire. Jusque-là rien de mieux, cette division est commode et même naturelle dans une certaine me-

sure. Mais ici commence l'abus. Prenant les mots dans leur acception rigoureuse, des esprits logiques à leur manière se sont dit : « Les appendices ne peuvent pas porter, ne peuvent pas » produire d'autres organes; cette faculté est la propriété exclu- » sive du système axile. Donc les ovules doivent naître sur un » prolongement de l'axe. » Ainsi convaincu *à priori*, on a cherché et l'on a trouvé des faits qui, convenablement interprétés, ont donné naissance à la théorie axile. Mais ce raisonnement laissait de côté d'autres faits que tout le monde connaît. Pour n'en citer qu'un petit nombre, je rappellerai les feuilles ramifères d'une variété de Chou décrite par de Candolle, et celle de la Tomate observée par M. Duchartre (1). M. Naudin nous signale des bourgeons nés sur une feuille de *Drosera intermedia* (2). On sait que des bulbilles peuvent prendre naissance sur certaines feuilles, par exemple sur celles du *Bryophyllum calycinum*. Dans son mémoire, M. Van Tieghem établit que les étamines peuvent naître les unes sur les autres. Nous ne voudrions pas pousser trop loin la comparaison entre les plantes cryptogames et les végétaux phanérogames. Mais n'est-il pas permis de mentionner ici les organes reproducteurs portés par les frondes des fougères, les bulbilles que produit l'*Asplenium viviparum?* La distinction des organes appendiculaires et des organes axiles n'est donc pas complète et absolue comme on l'a cru trop longtemps.

D'après ce que nous avons dit sur le but que nous nous proposons d'atteindre, on devine sans peine la division que nous adopterons dans notre travail. Un premier chapitre sera consacré à la description de quelques fruits adultes. Les exemples choisis seront assez variés pour que les conclusions puissent être acceptées comme générales. La deuxième partie de ce chapitre sera consacrée aux fruits provenant d'un ovaire infère.

Dans le deuxième chapitre, plus important que le premier, nous examinerons le mode de développement des feuilles et nous le comparerons à celui du fruit. La subdivision suivie dans

(1) *Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. XIX, p. 241.
(2) *Ann. des sc. nat.*, 2e série, t. XIV, p. 24.

le premier chapitre nous servira encore, c'est-à-dire que nous nous occuperons d'abord des fruits supères, puis des fruits adhérents.

Enfin un troisième chapitre contiendra l'énoncé des conclusions que nous croyons pouvoir induire des faits observés et la discussion de quelques objections que l'on pourrait être tenté d'élever contre nos idées.

CHAPITRE PREMIER.

STRUCTURE DU FRUIT.

Dans le fruit comme dans la plupart des organes végétaux, nous devons envisager deux éléments bien distincts. Le premier de ces éléments, c'est un ensemble de faisceaux fibro-vasculaires constituant la charpente du fruit. Le deuxième est formé par le parenchyme interposé entre ces nervures. Nous commencerons notre description en nous occupant des éléments fibro-vasculaires. L'examen du parenchyme viendra ensuite.

La distribution des nervures est très-variable dans les diverses sortes de fruits. Cependant on peut ramener toutes les dispositions secondaires à un petit nombre de types. Nous porterons d'abord notre attention sur les fruits provenant d'un ovaire unique. Chez ceux qui sont très-minces, comme les follicules de l'Ancolie, de l'*Aconitum Napellus*, dans la gousse du *Cercis Siliquastrum*, dans les valves de la silique des Crucifères, la charpente est essentiellement formée par un certain nombre de nervures principales disposées longitudinalement, et par des branches secondaires qui relient entre eux ces troncs principaux. C'est une disposition tout à fait analogue à la nervation pennée des feuilles. Le grand développement des nervures latérales est pourtant à noter. Quelques nervules de très-médiocre importance peuvent être situées en dehors de ce réseau parallèle.

Chez beaucoup de fruits dont l'épaisseur est plus grande, la charpente se complique. Elle s'enrichit d'une portion nouvelle formée d'éléments perpendiculaires à la surface, dirigés, en

d'autres termes, de l'extérieur à l'intérieur. La Prune est un des exemples les plus remarquables que l'on puisse citer sous ce rapport. Le fruit du Rosier est égalcment dans ce cas toutes les fois qu'il a pu parvenir à son entier développement.

Avant d'aller plus loin, nous ferons une remarque importante. Si l'on examine un à un les akènes contenus dans un réceptacle unique de Rosier, on s'aperçoit bien vite que tous ces fruits ne sont pas parvenus au dernier terme de leur évolution. La plupart d'entre eux sont peu développés et ont des parois très-minces. Que par des coupes convenablement dirigées et suffisamment répétées, on cherche à se rendre compte de la disposition des nervures, on voit sans peine que chez les fruits incomplets elle rentre dans le premier type.

Il n'en est plus de même s'il s'agit d'un akène arrivé à son état normal. Dans ce dernier cas, le réseau principal est disposé comme précédemment, mais il existe aussi des nervures perpendiculaires ou rayonnantes, c'est-à-dire dirigées selon l'épaisseur et venant se terminer tout près du système épidermique interne. Il y avait donc pour les autres akènes un véritable arrêt de développement, et les nervures rayonnantes sont les plus jeunes. Si, de plus, on examine ces dernières nervures, on voit que les éléments constitutifs en sont d'autant plus âgés et d'autant plus allongés qu'on les considère plus près de l'extérieur. Je suppose que l'on regarde un akène de Rosier complétement développé et à parois bien épaisses. Les nervures dirigées selon l'épaisseur sont elles-mêmes très-épaisses et très-résistantes dans la région où elles touchent ce que j'ai appelé le réseau parallèle ou principal. Suit-on une de ces nervures? on la voit peu à peu s'amincir à mesure qu'on s'approche de l'épiderme interne et disparaître à une petite distance de cet épiderme. Si, au lieu de se borner à cet examen superficiel, on cherche à pénétrer la structure intime des nervures, on arrive à la même conclusion. Les trachées sont grandes et larges aux points les plus extérieurs, elles diminuent de dimensions à mesure qu'on s'avance vers l'intérieur. Tout près de l'épiderme interne, elles n'ont plus que l'aspect de cellules allongées. En un mot, près de l'épiderme

interne, on ne peut distinguer les trachées des jeunes cellules cribreuses qui les accompagnent. Les fibres ligneuses qui enveloppent la partie vasculaire des nervures fourniraient une preuve aussi nette de ces différences d'âge. Elles ont leurs parois épaisses et sont criblées de ponctuations vers l'extérieur du fruit. Elles sont minces et lisses aux points plus intérieurs (1).

L'examen de la Prune, de la Cerise, nous montrerait exactement la même disposition. Seulement le tissu de ces fruits charnus étant mou et en quelque sorte translucide, la disposition rayonnante des diverses nervures est beaucoup plus facile à constater dans leur ensemble. Immédiatement en contact avec le noyau, on trouve, dans les fruits charnus que nous venons de citer, un petit nombre de nervures parallèles.

Mais dans l'Amande et la Pêche, au milieu même du noyau, se trouve un réseau tout entier parallèle à la surface et beaucoup plus important que celui qui, sans exception, se remarque dans la portion charnue (2). Ce réseau fibro-vasculaire est situé dans une couche plus molle qui sépare le noyau en deux parties bien distinctes. La partie intérieure correspond au véritable noyau, à l'endocarpe, si l'on veut, et la couche celluleuse et molle qui renferme le réseau parallèle constitue la couche génératrice. La portion la plus extérieure du noyau n'est qu'une fraction endurcie et comme ossifiée du péricarpe. Nous le montrerons bientôt en nous servant de considérations anatomiques et en nous appuyant sur le mode de développement de ces parties. Les nervures rayonnantes ou perpendiculaires traversent cette portion extérieure du noyau et viennent aboutir perpendiculairement aux branches du réseau parallèle. Chacune d'elles s'accompagne, même dans cette portion endurcie, d'une enveloppe pulpeuse, plus ou moins épaisse. Par la dessiccation, cette portion tendre

(1) Fig. 5 et fig. 8. Les nervures sont formées par des éléments très-allongés (*f*) à la suite desquels on en voit dans la couche génératrice de très-jeunes (*fj*).

(2) Fig. 26 et fig. 27. La première est vue d'ensemble. La deuxième montre, sous un grossissement considérable, les deux parties du noyau séparées par la couche génératrice *cg*. Au milieu de cette couche génératrice on voit une nervure *Ne* (section transversale).

se détruit en laissant un de ces trous qui criblent la surface de l'amande.

Notre étude ne serait pas complète si nous omettions une particularité importante. Parmi ces nervures rayonnantes qui traversent ces derniers fruits, toutes ne sont pas fibro-vasculaires. Plusieurs d'entre elles sont au contraire excessivement fibreuses.

Comment interpréter toutes ces apparences? La réponse à cette question nous semble facile. M. Van Tieghem a montré qu'un organe appendiculaire est symétrique par rapport à un plan qui renferme l'axe et le point d'insertion de cet organe. Il est évident que telle est bien la disposition géométrique des parties que nous venons d'étudier. Le réseau parallèle qui existe dans tous les fruits reproduit trop bien celui de la feuille pour que nous ayons besoin d'insister plus longuement. Nous compléterons cette démonstration par une autre. Dans les feuilles très-nettement constituées par deux pages la portion serrée du mésophylle est traversée par des nervures perpendiculaires à la surface et réduite le plus souvent à leur portion fibreuse. Nous ignorons si ce fait a déjà été signalé.

Après les fruits provenant d'un ovaire unique, nous devons tout naturellement envisager celui qui provient d'un ovaire multiple mais uniloculaire ; nous n'avons rien à ajouter à ce qui précède. Dans ce cas, chaque feuille carpellaire se comporte comme son carpelle unique. La nervation peut s'en réduire à un réseau parallèle comme cela a lieu dans la Pensée, ou bien se compliquer par l'addition de branches rayonnantes.

La question devient plus compliquée s'il s'agit d'un ovaire multiloculaire parvenu à maturité. Les parois sont indubitablement carpellaires ; mais elles sont reliées à l'axe du fruit par des cloisons dont la nature a été très-diversement interprétée. Je développerai, plus tard, les raisons physiologiques qui me font considérer ces cloisons comme appendiculaires. Pour l'instant, je me contenterai de l'observation suivante. Dans le fruit de l'*Æsculus Hippocastanum*, dans celui du Datura et dans beaucoup d'autres, les cloisons sont traversées par un réseau vasculaire

dont la continuité avec celui des carpelles ne peut être mise en doute. Cette remarque ayant été longuement développée par M. Van Tieghem qui en a fait ressortir l'importance, il me semble inutile d'insister davantage.

Si nos inductions sont fondées, si nous devons voir dans le carpelle une feuille et rien qu'une feuille, un fruit, quelque compliqué qu'on le suppose, doit renfermer seulement trois parties essentielles : un épiderme intérieur, un mésophylle et un épiderme extérieur. Tels sont, en effet, les éléments constitutifs d'un fruit quelconque. Mais il faut s'attendre à les trouver plus ou moins modifiés dans leur structure et leur disposition. Ce sont justement ces modifications que nous allons essayer d'examiner rapidement et de ramener à la règle générale. Disons d'abord que la simplicité primitive de structure se conserve chez quelques fruits. Le follicule de l'Aconit et celui de l'Ancolie nous en montrent des exemples bien nets. Les deux épidermes ne se ressemblent pas : les cellules de l'épiderme interne se reconnaissent à ce qu'elles sont très-allongées parallèlement à la surface du fruit. En d'autres termes, elles sont comme des briques posées de champ, mais orientées de toutes les manières possibles. Quant au véritable mésophylle, il ne s'est pas formé. Quelquefois, tout en conservant le même degré de simplicité, le fruit prend une consistance plus grande parce que les éléments qui le constituent s'épaississent (*Clematis*, *Ranunculus*). Sur ces derniers fruits, nous ferons une observation intéressante. Le tissu du mésophylle ne s'est pas développé le long des parois latérales par suite des pressions mutuelles exercées par les carpelles (1); mais à la base et au sommet (2) du fruit, il a pris naissance en toute liberté. Il en est de même le long de la nervure médiane et de la suture ventrale (3).

(1) Fig. 11. Section transversale d'un akène de Clématite. On y voit l'épiderme extérieur *Ep e*, l'endocarpe *End* et la couche génératrice *cg*. Vers la suture dorsale, cette dernière a donné naissance au mésocarpe *Més*.

(2) Fig. 13, *Més*.

(3) Fig. 12. Les mêmes lettres ont la même signification que dans les figures 11 et 13. On voit que, dans cet akène de Clématite, le mésophylle s'est développé près de la suture ventrale.

Je ne puis passer sous silence une observation antérieure qui confirme, selon moi, d'une manière complète, la théorie que je soutiens ici. Dans le 48e volume des *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, M. Trécul examine la structure du grain de blé (1). Il donne une section transversale et une section longitudinale de la portion qui provient de l'ovaire. Or, il est impossible de ne pas y reconnaître la structure que nous indiquons pour les akènes de la Renoncule et de la Clématite. L'épicarpe et l'endocarpe se sont librement développés; quant au mésocarpe, il manque complétement. Cela s'explique très-bien, si l'on admet que dans l'ovaire les portions destinées à constituer ce mésocarpe sont les plus jeunes. Par suite des pressions que l'ovule en se développant fait subir aux parois de l'ovaire, cette zone génératrice avorte et l'épaisseur du fruit n'augmente pas. Il peut même y avoir résorption. C'est ce qui s'est produit sur nos akènes; mais aux points où la pression n'existe pas, le mésophylle a pris naissance.

Entre les fruits véritablement secs que nous venons d'étudier et les fruits charnus que nous examinerons dans quelques instants se trouvent de curieux intermédiaires. Certes, il y aurait exagération à dire que le follicule de la Pivoine est pulpeux; mais on ne saurait pas davantage l'assimiler complétement à un follicule d'Ancolie. Voici ce qui explique cette consistance particulière. Comme dans les fruits des autres Renonculacées que nous avons indiquées, le sous-épiderme a une épaisseur assez grande. Mais le mésophylle a pris naissance partout. La portion extérieure de ce tissu est peu épaisse. Par contre, le tissu serré est remarquablement développé. Comme dans la région correspondante de la Prune, de la Cerise, les cellules en sont grandes et allongées; comme dans ces fruits encore, des vésicules apparaissent, mais au lieu de demeurer actives, de se gorger de sucs, elles se dessèchent bientôt ainsi que les cellules-mères, et ce tissu

(1) Page 451. Document B annexé au rapport lu le 1er janvier 1857, sur le procédé de panification de M. Mège-Mouriès.

qui, sous des influences favorables, aurait pu devenir charnu, prend l'aspect de la moelle (1).

Chez certaines gousses très-jeunes, les cloisons transversales qui séparent les graines sont formées par le tissu serré. Quelquefois, comme dans le Haricot, elles s'atrophient et se dessèchent, ainsi que nous venons de le voir pour la Pivoine; d'autres fois, elles se lignifient comme chez le *Gleditschia;* d'autres fois encore, une véritable pulpe s'y forme, c'est ce que l'on observe chez le *Ceratonia siliqua*.

La simplicité de structure que nous offraient les akènes et les follicules de certaines Renonculacées est rare, car le plus habituellement le mésocarpe se développe et se complique. En même temps, les deux épidermes deviennent plus épais et méritent le nom de systèmes épidémiques.

Dans chacune des couches cellulaires dont la réunion constitue le système épidermique interne, on retrouve la forme allongée que nous avons déjà signalée. Rien de bien remarquable ne nous est offert par le système épidermique extérieur. Le fruit du Rosier nous fournit un exemple bien connu de cette structure. Dans cet akène, le mésophylle ou mésocarpe, comme on voudra l'appeler, est formé par deux faces, du moins quand l'organe est complétement développé. A la zone externe les cellules sont polyédriques et à peu près égales dans toutes leurs dimensions. Elles forment, en un mot, ce tissu que les anatomistes désignent plus spécialement par le nom de parenchyme (2). Plus à l'intérieur, ces éléments sont allongés dans le sens même de l'épaisseur et dirigés de la surface externe vers la surface interne (3). Ce qu'il importe de bien remarquer, c'est que, comme place et comme composition, ce tissu perpendiculaire est manifestement l'analogue de la deuxième page ou face de la feuille complète. Je prouverai plus tard l'identité de nature de ces deux parties,

(1) Voyez fig. 15, avec l'explication qui l'accompagne.

(2) Fig. 5 et 8, *Més*.

(3) Fig. 5 et fig. 8, *Més*, mésophylle extérieur formé de cellules polyédriques et épaisses. *t s*, tissu serré formé de cellules allongées et d'autant plus jeunes qu'elles sont plus intérieures.

quand j'en examinerai comparativement l'origine dans la feuille et dans le fruit.

L'akène du Rosier nous présente donc en allant du dehors au dedans :

I. Un système épidermique externe.

II. Un mésophylle composé de deux zones : 1° une extérieure dont les cellules sont régulières; 2° une zone interne dont les éléments constitutifs sont, au contraire, allongés dans le sens de l'épaisseur.

III. Un système épidermique interne dont les cellules ou fibres orientées de toutes les manières possibles sont toujours très-allongées parallèlement à la surface.

Cette orientation des cellules constituant le système épidermique interne n'est cependant pas abandonnée au hasard. Trois ou quatre rangées, quelquefois plus, sont composées de fibres horizontales (1). Alors une section transversale en montre les grandes dimensions et une section verticale les coupe perpendiculairement à leur axe; puis viennent en nombre plus ou moins considérable des couches dont les fibres sont verticales (2) : c'est ce qu'indiquent nos figures, entre autres les figures 5 et 8, dont la première représente une section transversale de ces parties, et la figure 8, au contraire, une section longitudinale. Cette structure se retrouve dans un grand nombre de fruits. Ainsi les petites drupes dont la réunion constitue la Framboise ont essentiellement les mêmes éléments que l'akène du Rosier. Le noyau est formé seulement par le système épidermique interne. Le mésocarpe ne diffère de celui du Rosier que par sa consistance pulpeuse. Mais la direction des éléments nous est connue d'après ce que nous avons dit plus haut (3).

La Cerise, la Prune et l'Abricot nous offriront les mêmes éléments essentiels avec quelque chose de nouveau. La chair de ces

(1) Fig. 5 et fig. 8, *End. tr.*

(2) Fig. 5 et fig. 8, *End. l.*

(3) Aussi avons-nous jugé inutiles des dessins spécialement consacrés à ce fruit.

fruits est formée de deux portions : dans la partie extérieure, les cellules sont arrondies et à peu près égales dans toutes les dimensions. Les faisceaux fibro-vasculaires y sont, comme je l'ai déjà dit, dirigés parallèlement à la surface du fruit. Dans la deuxième zone, au contraire, les éléments sont allongés dans le sens de l'épaisseur, c'est-à-dire que, soit sur une section longitudinale, soit sur une coupe transversale, les nervures se présentent comme les rayons d'une circonférence dont le centre serait l'axe du fruit. Les cellules qui remplissent les intervalles laissés par ces nervures ont toutes leurs plus grandes dimensions dirigées de l'extérieur du fruit vers l'intérieur. Comme dans le Rosier, quelques-unes des nervures rayonnantes sont exclusivement fibreuses.

Si les drupes que nous examinons ne se composaient que des parties décrites jusqu'ici, elles différeraient des akènes du Rosier seulement par leur plus grande épaisseur et leur consistance plus molle ; elles reproduiraient sur une plus grande échelle les drupes de la Framboise. Mais la présence du noyau leur communique un degré de complication de plus. Ce noyau, comme on sait, se compose de très-petites cellules polyédriques à parois fort épaisses (1). Cette forme se modifie seulement vers l'intérieur, car, en ce point, les éléments de tous les noyaux s'allongent assez pour mériter le nom de fibres. Ils présentent d'ailleurs la disposition que nous avons signalée dans les akènes du Rosier et sur laquelle, par conséquent, nous n'avons pas à revenir (2). Quant à l'origine et au mode de développement, nous nous en occuperons plus tard, suivant le plan que nous nous sommes tracé. Sur le fruit adulte, on remarque les faits suivants dont l'importance n'échappera à personne : Les éléments les plus jeunes du noyau (3) sont ceux qui sont voisins de la partie charnue, et, dans la chair, les parties les plus jeunes sont voisines du noyau. Cela est prouvé par la minceur des parois qui limitent, en ce point, les diverses cellules et par la forme arrondie de ces

(1) Fig. 23, N (section transversale d'un noyau de Prune).

(2) Fig. 23, *End. tr.*, et *End. l.*

(3) Même figure, N'.

éléments. Dans la partie la plus intérieure de la chair, les utricules ne présentent pas encore l'allongement que nous avons signalé dans les points un peu plus extérieurs. De même, les cellules les plus extérieures du noyau ne sont pas encore épaissies.

La Pêche et l'Amande se distinguent par un curieux caractère des drupes que nous venons d'examiner. Quand on examine, même superficiellement, une Amande sèche, on voit tout de suite que le noyau se compose de deux parties bien distinctes séparées par une couche dans laquelle on remarque, ainsi qu'il a été dit plus haut, un réseau fibro-vasculaire parallèle à la surface du fruit. Les intervalles laissés entre les mailles de ce réseau sont remplis par un tissu cellulaire très-peu consistant et très-jeune. Tout ce qui est à l'intérieur de cette zone correspond au véritable noyau, à celui des fruits précédents (1). Le reste, la partie extérieure, devrait être charnu, si l'Amande et la Pêche étaient absolument identiques avec les drupes précédemment citées. En d'autres termes, cette portion du noyau n'appartient pas au système épidermique interne, mais fait partie du mésophylle ou mésocarpe (2). Nous le prouverons bientôt en faisant voir que la couche qui sépare le noyau en deux zones appartient à la couche génératrice. D'ailleurs, la structure de ces deux parties n'est pas la même. Le véritable noyau est formé de cellules polyédriques, tandis que les corps durs dont la réunion forme chez l'Amande la partie extérieure du même organe appartiennent aux formations que M. Trécul a appelées vésiculaires. Nous avons eu soin, pour montrer ces diverses parties, de choisir (fig. 27) un fruit incomplétement mûr, de sorte que, tout n'étant pas lignifié, on distingue encore l'origine des organes élémentaires.

Nous avons examiné successivement divers fruits secs et quelques drupes. Pour que nos conclusions puissent être générales, il convient de porter un instant notre attention sur une baie. Le

(1) Fig. 27, N.

(2) Même figure. *Més*, dont les cellules renferment des vésicules *vés*. Dans ce dessin, faute de place, nous n'avons pu représenter la portion la plus interne du noyau, laquelle reproduit les particularités déjà connues.

fruit du *Berberis vulgaris* sera l'exemple choisi. Nous y trouverons : 1° un épiderme extérieur; 2° un mésocarpe externe dont les éléments sont réguliers ; 3° un mésocarpe interne dont les cellules constituantes sont dirigées selon l'épaisseur du fruit ; 4° un épiderme interne resté mince et ne présentant rien de particulier. Ici, on le voit, rien d'étranger ne s'est ajouté aux éléments foliaires. La consistance seule a été changée (1).

Si nous récapitulons, nous pouvons dire : certains fruits ressemblent à une feuille dont le mésophylle aurait avorté. Tel est le follicule de l'Aconit. D'autres (Renoncules, Clématites) nous montrent ce tissu apparaissant sur quelques points; d'autres encore rappellent les feuilles chez lesquelles le mésophylle, librement développé, se divise en deux portions. Exemples : follicule de la Pivoine (2), baie du *Berberis*. Ces deux exemples nous montrent la même structure fondamentale chez deux fruits dont la consistance est assez différente.

L'épiderme interne peut augmenter d'épaisseur par l'apparition d'un nombre plus ou moins grand de couches fibreuses. Cette modification peut, d'ailleurs, se présenter chez des fruits dont les deux pages se ressemblent. D'autres fois, elle affecte des fruits dont le mésophylle est formé de deux pages distinctes. Nous trouvons cette dernière disposition dans les akènes du Rosier et les drupes de la Framboise.

Imaginons un degré de complication de plus, et nous rencontrons les drupes, comme la Cerise et la Prune, dans lesquelles le système épidermique interne contient des cellules scléreuses, outre les fibres signalées jusqu'ici. Enfin un cas exceptionnel sera celui de la Pêche et de l'Amande, dans lesquelles la portion la plus interne du mésocarpe deviendra le siége d'une production analogue, mais non pas identique avec celle du noyau.

Nous le voyons, dans tous ces fruits qui proviennent d'un carpelle unique, il n'est pas une seule partie que nous ne devions assimiler à des parties de la feuille. La complication même que

(1) A cause de cette simplicité de structure, nous avons cru pouvoir nous dispenser d'un dessin spécial.

(2) Fig. 15. Les lettres ont la signification habituelle.

présentent certains épidermes internes n'est pas une chose absolument nouvelle. Chacun sait que l'épiderme supérieur de certaines feuilles se compose de plusieurs rangées de cellules superposées (1). D'ailleurs la forme allongée et presque fibreuse est la règle pour les cellules de cet épiderme supérieur.

Nous avons omis à dessein ou seulement indiqué sans détails très-précis une partie dont l'importance est cependant extrême, et sur le rôle de laquelle nous reviendrons dans le chapitre suivant. Nous voulons parler de la zone génératrice. L'existence de cette couche est constante (2); souvent, elle apparaît nettement visible à l'œil nu, et l'examen microscopique révèle sur son organisation de curieuses particularités. Elle est toujours située entre le mésocarpe et le système épidermique interne. Or, si l'on examine une feuille, on trouve cette même couche dans la même position (3). C'est une analogie qu'on ne saurait méconnaître.

Les fruits que nous avons examinés jusqu'à présent proviennent d'un carpelle unique. Mais cet organe doit souvent son origine à la réunion de plusieurs ovaires. Les conclusions auxquelles nous conduira l'examen de ce cas particulier seront les mêmes que tout à l'heure. Comme chacun le sait, la cavité du fruit peut être unique ou divisée par des cloisons en plusieurs cavités secondaires. Dans le premier cas, la placentation est centrale ou pariétale.

La placentation pariétale nous est offerte par la Pensée dont le fruit s'explique très-bien de la manière suivante : Imaginons trois carpelles de *Delphinium* qui, au lieu d'être clos, resteraient étalés. Ils se rencontreraient par leurs bords et deviendraient connés. Chacune des parties constituantes ferait une enceinte continue autour de la cavité du fruit. L'ordre dans lequel ces parties se succèdent en allant du dedans au dehors est d'ailleurs indiqué par ce qui précède.

Les fruits provenant d'un ovaire multiloculaire sont moins

(1) *Nerium, Ficus.*

(2) *c g*, dans presque toutes nos figures.

(3) *c g*, dans la figure 6.

faciles à interpréter. Pourtant, par un examen attentif, on arrive à une conviction complète. Nos études ont porté particulièrement sur le fruit de l'*Æsculus Hippocastanum*. Pour rendre compte de ce que nous avons vu, nous envisagerons successivement les parois et les cloisons. Le système épidermique externe ne nous a rien offert de particulier, non plus que le mésocarpe externe. Celui-ci est mince comparativement à ce que l'on voit dans un grand nombre de fruits, et rappelle ce que nous avons signalé chez la Pivoine. La portion perpendiculaire de ce mésocarpe, l'analogue du tissu serré, est remarquable par son développement. Il est impossible, quand on fait une section dans ce fruit, de ne pas remarquer de nombreuses nervures qui, selon une comparaison déjà faite, représentent les rayons d'une circonférence (1). Elles tranchent sur le reste du tissu par leur couleur et leur consistance. Parmi ces nervures quelques-unes sont réellement fibro-vasculaires; d'autres sont exclusivement fibreuses. Comme je l'ai dit plus haut, ces fibres nervales ont été décrites très-soigneusement par M. E. Fournier dans les Crucifères. Je ferai cependant une observation. Ces fibres sont, dit-il, tantôt à parois rectilignes, tantôt à parois sinueuses. Cela est parfaitement exact. Mais ce qu'il importe de dire, c'est que les parois sont rectilignes là où ces fibres nervales se touchent entre elles et deviennent sinueuses partout où elles se trouvent en contact avec des cellules ordinaires. On dirait que les fibres ont été déformées par la pression des cellules environnantes (2). L'étude à laquelle nous allons nous livrer sur le développement des organes nous montrera la justesse de cette explication. Les nervures offrent entre elles de nombreuses anastomoses, de sorte que sur la section elles laissent dans leurs intervalles des losanges très-allongés, remplis de tissu cellulaire ordinaire (3). Au milieu des espaces ainsi occupés par le parenchyme, on remarque certaines cellules

(1) Fig. 28, *f* et *f'*.

(2) Fig. 30, *f*. Fibre nervale à parois sinueuses. On voit que chacune des cellules environnantes *c e*, y a en quelque sorte laissé son empreinte.

(3) Fig. 28, *f*, *f'*. Faisceaux fibro-vasculaires séparés par du parenchyme *par*.

allongées destinées à se transformer elles-mêmes en fibres (1). Il en résulte que le nombre des nervures augmente à mesure que le fruit se développe. L'observation que nous formulons ici est générale, c'est-à-dire qu'elle porte sur tous les fruits précédemment étudiés.

Le parenchyme interposé aux nervures n'offre rien de bien remarquable. Les cellules sont plus grandes vers l'extérieur du fruit, plus petites à l'intérieur; la couleur jaune des plus internes indique qu'elles sont plus jeunes. Enfin, ce fait est encore prouvé par l'existence de nombreuses vésicules dans les cellules extérieures, vésicules qui manquent aux utricules les plus internes. La présence des vésicules explique l'aspect demi-pulpeux qu'offre le fruit parvenu à son entier développement. On sait, en effet, depuis les travaux de M. Trécul, que les formations vésiculaires deviennent libres et forment par leur réunion un tissu extrêmement lâche et mou. Ici, comme dans le Rosier, on pourrait se servir des nervures pour reconnaître l'âge relatif des diverses régions du fruit.

La couche génératrice est, dans ce fruit, tellement visible que, pour l'apercevoir, il ne faut le concours d'aucun instrument grossissant (2). Sa consistance et sa couleur la distinguent nettement de tout le reste. Elle est formée de cellules dont quelques-unes sont régulières; mais, du côté extérieur, ces utricules s'allongent et se cloisonnent de telle sorte qu'entre le tissu perpendiculaire et ce parenchyme très-jeune de la couche génératrice on trouve tous les intermédiaires possibles. Des faisceaux fibro-vasculaires s'y font remarquer. Les uns sont parallèles aux surfaces du fruit et forment un réseau comparable à celui que, dans la même place, nous avons signalé chez l'amande. Les autres se dirigent vers l'extérieur comme autant de rayons. D'ailleurs, ces nervures rayonnantes sont, par leur extrémité in

(1) Fig. 30, *f*, *j*. Cellule en train de s'allonger et de se cloisonner pour donner deux fibres nervales.

(2) Fig. 28, *c*, *g*.

terne, en rapport avec le réseau parallèle sur les branches duquel elles viennent aboutir perpendiculairement.

De même que la portion extérieure de la couche génératrice se relie au mésocarpe, de même la portion la plus interne passe d'une manière insensible au système épidermique interne. Celui-ci est formé par de nombreuses rangées de cellules que leurs pressions mutuelles ont rendues polyédriques. La partie qui environne immédiatement la cavité se distingue seule par la structure qui nous est connue (1). Les éléments constitutifs en sont allongés, dirigés parallèlement à la surface du fruit, mais orientés de toutes les manières possibles. On ne saurait tout à fait leur donner le nom de fibres, parce que les parois n'en sont pas aussi épaisses que celles des fibres proprement dites; mais leur allongement et leur forme rappellent ce que l'on connaît dans ces organes élémentaires.

Est-il besoin de le dire? Cette composition organique est essentiellement celle que nous avons rencontrée chez la Prune. On ne peut signaler que des différences secondaires entre un fragment détaché d'une drupe et un fragment du fruit de l'*Æsculus*. Voici ces différences : 1° Le parenchyme du fruit n'est pas réellement charnu dans l'*Æsculus ;* 2° le noyau n'est pas devenu scléreux; 3° il existe dans la couche génératrice de l'*Æsculus* un réseau parallèle qu'on ne trouve pas chez la Prune et la Cerise. Ce dernier caractère établit une analogie entre le fruit de l'*Æsculus* et celui de l'*Amygdalus*. De plus, la consistance sera la même pour la partie extérieure du mésocarpe. La seule différence résultera de ce que le système épidermique interne ne s'est pas ossifié, et qu'il en est de même pour la portion la plus interne du mésocarpe.

Les cloisons, dont il nous reste à parler maintenant, se composent de trois parties : deux membranes qui sont bien évidemment la continuation de la couche fibreuse de l'épiderme interne et une zone placée entre ces deux lames. J'ai dit que les

(1) A part l'épaisseur des parois qui est moindre, on peut, pour cette portion, se reporter aux figures ayant pour objet la Prune, fig. 23.

deux lames immédiatement en contact avec la cavité du fruit sont la continuation des lames fibreuses de l'épiderme interne. Pour s'en convaincre, il suffit d'en examiner la structure. Les mêmes éléments s'y retrouvent disposés dans le même ordre. Quant à la portion intermédiaire, elle est formée de chaque côté par le reste du système épidermique interne. La portion moyenne est l'analogue de la couche génératrice et se continue de la manière la plus nette avec la couche formatrice des deux carpelles voisins (1).

De chaque côté, nous y voyons un système fibro-vasculaire qui longe immédiatement l'épiderme interne. Les choses se passeraient-elles autrement si chacune de ces trois lames était formée par les bords repliés des feuilles carpellaires? Nous ne dirons pas que ces feuilles sont soudées mais qu'elles sont connées. Alors l'épiderme extérieur n'a pas dû se replier vers l'axe du fruit. Il en est de même pour le mésophylle, et les deux couches génératrices se sont fondues en une seule. Quant à l'épiderme interne, à l'endocarpe, si l'on veut, il s'est librement développé.

Le Raisin, quoique appartenant à une plante assez éloignée des *Æsculus* dans la classification naturelle, ne différera que peu du fruit qui vient de nous arrêter.

Le système épidermique interne est beaucoup moins épais et ne présente aucun élément endurci, de sorte que le fruit est une baie au lieu d'offrir un noyau dans son intérieur. La couche génératrice est immédiatement en contact avec cet épiderme interne. Puis vient, en allant vers le dehors, le tissu serré ou perpendiculaire au milieu duquel les nervures sont peu nombreuses et dont les éléments, au lieu d'être tous cellulaires, sont souvent accompagnés de tissu vésiculaire. Enfin, le mésophylle externe plus âgé que l'interne est limité au dehors par un système épidermique que distingue la présence de cristaux dans quelques-unes des cellules. Les nervures y sont peu nombreuses et réduites à une nervure dorsale et deux nervures latérales pour chaque feuille. Ces troncs longitudinaux sont, d'ailleurs, reliés

(1) Fig. 28, *c g'*.

entre eux par quelques branches transversales. Comme dans l'*Æsculus*, la cloison est formée par deux lames qui, alternes avec les carpelles primitifs, se sont avancées jusqu'à l'axe du fruit. Mais une différence est à signaler. L'épiderme interne étant réduit à une très-faible épaisseur, la lame est formée par un élément de plus que dans le fruit de l'*Æsculus*. La portion serrée du mésophylle a pu y prendre naissance et la couche génératrice, au lieu d'occuper le milieu, longe immédiatement l'épiderme. En d'autres termes, le milieu de la lame est occupé par le tissu le plus âgé.

M. Van Tieghem fait très-justement remarquer que les glandes septales, décrites par M. Brongniart chez les Liliacées et les plantes voisines, démontrent la dualité des cloisons qui, dans ces plantes, divisent la cavité générale du fruit.

Quand le fruit provient d'un ovaire infère, la structure en est plus compliquée. Aussi allons-nous prendre quelques exemples particuliers. Le gland du Chêne ne nous offrira rien de ce que nous avons observé jusqu'ici. La structure peut, sans l'ombre d'une difficulté, en être assimilée à celle de la tige. On y trouve une écorce, une couche génératrice, un cercle ligneux interrompu par des rayons médullaires et, enfin, une véritable moelle creusée d'une cavité centrale dans laquelle se trouve la graine. La noisette ne diffère de ce que nous venons de décrire que sur un point. La partie supérieure en est formée par deux carpelles soudés. Nous pouvons même faire une observation qui démontre encore la nature de ces fruits, qui ne sont pas symétriques seulement par rapport à un plan, mais bien par rapport à une ligne droite qui les traverserait dans toute leur longueur.

Entre ces fruits et ceux qui, beaucoup plus nombreux, sont entièrement appendiculaires, s'en trouvent d'autres dans la structure desquels les deux systèmes interviennent pour des parts variables. Nous avons étudié la Pomme et la Poire avec quelques détails.

Par des considérations organogéniques (1), M. Decaisne a

(1) Mémoire déjà cité.

prouvé que pour se rendre compte de la nature de ces fruits, il faut imaginer une coupe réceptaculaire analogue à celle du Rosier et cinq feuilles carpellaires soudées avec les parois de cette coupe. L'examen du fruit développé confirme pleinement cette manière de voir : si l'on fait une section transversale ou une coupe longitudinale dans un de ces fruits, on y trouve deux zones de formation récente, deux couches génératrices. Une de ces couches est immédiatement au dehors d'une première zone fibro-vasculaire, laquelle est formée de nervures longitudinales se rendant aux organes extérieurs de la fleur (sépales, etc.); l'autre couche génératrice est beaucoup plus intérieure. Elle suit immédiatement l'épiderme interne, et, comme dans le Raisin, elle longe les cloisons. Le tissu pulpeux qui vient en dehors de cette zone est dirigé selon l'épaisseur du fruit et traversé par des nervures rayonnantes. Plus au dehors encore, la chair du fruit a ses éléments réguliers et est traversée par un réseau parallèle. Cette portion se relie à la moelle de la coupe réceptaculaire dont elle est séparée par une couche particulière : on pourrait appeler cette dernière sous-épidermique, puisque l'épiderme proprement dit, avec sa cuticule, n'a pu se développer. Les cloisons n'offrent rien qui ne nous soit connu; limitées de chaque côté par le système épidermique interne, elles sont constituées par du tissu perpendiculaire et un peu de tissu polyédrique et, comme nous l'avons vu, pour le Raisin, ce tissu est d'autant plus jeune qu'il est plus éloigné du milieu. Il est d'ailleurs séparé de l'épiderme interne par la couche génératrice. Enfin, devons-nous dire, l'épiderme interne ressemble complétement à celui que nous avons signalé chez le Rosier.

On le voit : ce qu'avait appris l'organogénie est confirmé par l'examen anatomique. La Pomme ainsi que la Poire est constituée par une coupe réceptaculaire à laquelle sont soudées cinq feuilles carpellaires connées entre elles dans toute la portion qui correspond aux ovaires. Les bords de ces feuilles, également connés, se sont repliés vers l'axe géométrique, s'y sont soudés et ont divisé en cinq cavités secondaires la cavité primitivement unique. Ces conclusions prendront bientôt une nouvelle force :

nous nous proposons de démontrer, dans le chapitre suivant, que le mot de couche génératrice, si souvent employé par nous, exprime bien le rôle véritable des parties que nous avons désignées sous ce nom.

CHAPITRE II.

DÉVELOPPEMENT DES FRUITS.

Dans notre premier chapitre, nous avons examiné la structure d'un certain nombre de fruits et nous avons cru pouvoir tirer de cette étude la conclusion que la constitution intime d'un fruit est celle d'une feuille plus ou moins modifiée et non pas celle d'une tige. Cette conclusion complétement vraie pour les fruits provenant d'ovaires supères n'est pas absolument générale, puisque dans les fruits infères on trouve une partie axile aussi bien qu'une partie appendiculaire, et nous avons indiqué un caractère qui permet de distinguer ces deux parties.

Il s'agit maintenant d'examiner les lois qui président au développement des organes dont nous nous occupons. Pour que cette connaissance nous autorise à nous prononcer sur la nature du fruit, il faut que nous puissions en comparer la croissance à celle de la tige et à celle de la feuille. Le premier de ces organes, la tige, a été bien étudié à ce point de vue. Malgré quelques difficultés de détail, on peut dire que le mode de production des parties nouvelles y est connu. Il n'en est pas de même pour la feuille dont le développement longitudinal a été suivi par M. Trécul, mais dont la croissance en épaisseur n'a été étudiée par personne, à notre connaissance du moins.

Pourtant, au milieu des nombreux mémoires que contiennent les *Annales*, nous avons rencontré quelques mots et quelques dessins sur lesquels nous jugeons convenable de nous arrêter un instant. Ils montrent, en effet, que plus d'un auteur a aperçu, au moins en partie, les faits sur lesquels nous appuyons notre théorie générale. Seulement, comme le but des savants que nous allons citer n'était pas d'étudier le développement de la

feuille dans le sens de l'épaisseur, ils n'ont fait qu'effleurer la question. Meyen signale dans l'épiderme de la feuille, chez le *Ficus elastica*, plusieurs couches successives. Les cellules les plus intérieures sont plus grandes et non encore traversées par les cloisons que l'on aperçoit dans les autres. Elles sont donc plus jeunes (1).

De son côté, M. Trécul divise la structure des feuilles des Orchidées en trois types; dans le troisième, il constate que le tissu vert est entièrement isolé de l'épiderme par des utricules incolores, et que ces cellules ne sont pas toutes de même nature. Il a remarqué « que le développement de ces diverses séries de » cellules se fait de la face inférieure de la feuille à sa face » supérieure. Ainsi dans le *Pleurothallis spathulata*, ce sont les » spiricules de la série qui est en contact avec l'épiderme infé- » rieur qui apparaissent d'abord; ce sont celles des grandes » cellules placées immédiatement au-dessus du parenchyme » vert, qui se montrent ensuite, enfin les spiricules de la série » supérieure se manifestent les dernières (2). »

C'est exactement notre théorie générale appliquée à ce cas particulier.

Le même auteur a, comme chacun le sait, fait en 1843 une remarquable étude sur l'anatomie et le développement du *Nuphar lutea* (3). Il a dû se préoccuper de la structure et du développement de la feuille. Voici ce qui, dans son mémoire, se rapporte à la question actuelle. « Dans une jeune feuille, le limbe » est composé de séries de cellules disposées parallèlement à l'é- » piderme, tandis qu'à l'âge adulte il offre les deux lames que » tout le monde connaît. » C'est donc que le tissu perpendiculaire ne s'est formé que plus tard.

A une époque beaucoup plus récente, en 1860, M. Duchartre s'occupant de la curieuse sécrétion que présente la feuille du

(1) *Matériaux pour servir à l'histoire du développement des diverses parties dans les plantes* (*Ann. des sc. nat.*, 2e série, t. XII, p. 257).

(2) *Observations sur la structure des feuilles chez les Orchidées*, etc. (*Comptes rendus*, t. XLI, p. 521).

(3) *Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. IV, p. 315.

Colocasia antiquorum (1) a fait l'anatomie de cet organe à différents âges ; or l'inspection des figures 3, 12, 13 et 15 qui accompagnent son mémoire nous montrent des sections transversales de la feuille à différents degrés de développement qui ne laissent aucun doute sur l'âge relatif des diverses parties. Dans la feuille très-jeune, le tissu de la face inférieure est déjà presque entièrement développé ; le tissu perpendiculaire ou serré est réduit à une couche et sur une feuille un peu plus âgée, on trouve, selon les points, une seule rangée de cellules perpendiculaires, ou deux rangées tout au plus. Il y en a deux ou trois séries sur la feuille tout à fait adulte. Cet ordre d'évolution ne fait-il pas comprendre pourquoi l'activité de la respiration chlorophyllienne est plus grande à la face supérieure de la feuille qu'à la face inférieure ? Les parties plus jeunes sont toujours plus actives sous ce rapport. Sans doute, la respiration plus intense s'explique en partie par la disposition même du tissu qui fait que, sur un centimètre carré, il y a plus de cellules à la face supérieure qu'à la page inférieure. Mais l'âge relatif de ces parties intimes peut et doit jouer un rôle.

Je passe aux résultats de mes propres observations. La feuille du Rosier, quand elle est très-jeune, se compose d'un mamelon tendre et homogène, dans lequel l'épiderme ne se distingue guère des cellules intérieures. Bientôt pourtant, on peut y discerner deux épidermes et un mésophylle. L'épaisseur du mésophylle s'accroît de telle sorte, qu'en chaque point les cellules les plus récentes sont en contact avec l'épiderme supérieur ; les plus anciennes touchent, au contraire, l'épiderme inférieur. Quand les faisceaux fibro-vasculaires apparaissent, ils sont en contact immédiat avec l'épiderme supérieur, et ils n'en seront séparés que plus tard par du tissu serré. A cet instant, la feuille semble avoir une structure presque inverse de celle qu'elle acquerra plus tard. L'épiderme inférieur est en rapport avec un véritable tissu perpendiculaire ; la région moyenne de la feuille est formée de cellules arrondies ; puis vient la zone fibro-vascu-

(1) *Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. XII, p. 258 et suivantes.

laire, dont les cellules, allongées parallèlement à la surface de la feuille, sont en contact avec l'épiderme supérieur. Cet état de choses ne dure pas : les cellules, dont la réunion forme le tissu perpendiculaire inférieur, se cloisonnent et donnent ainsi naissance à des cellules plus petites, les véritables éléments du tissu foliacé. Les utricules du milieu se divisent un peu plus tard, et les éléments qui en résultent sont sensiblement réguliers, comme les cellules-mères desquelles ils proviennent. Plus tard encore, les éléments allongés qui sont en contact avec la zone vasculaire se cloisonnent perpendiculairement à leur direction, et donnent naissance à une première lame de tissu serré. Celle-ci est bientôt suivie par une autre située entre la première et l'épiderme supérieur, de sorte que la zone de formations nouvelles existe toujours en ce point. On peut, au reste, s'en convaincre en regardant une feuille adulte. Les dernières cellules du tissu serré sont moins nettement allongées que les autres, comme si elles n'avaient pas eu le temps d'effectuer leur évolution complète (1). Beaucoup de feuilles, comme on sait, sont réduites à leur page inférieure, et le tissu serré ne s'est pas formé ou n'a pris qu'une très-médiocre importance. C'est le résultat d'un véritable arrêt de développement, et ces feuilles représentent des organes appendiculaires de Rosier restés stationnaires à partir d'une certaine période de leur existence. Nous allons voir qu'il en est de même pour les fruits.

Tous, dans les premiers temps, se comportent comme des feuilles. Pour tous, il y a un instant où l'on peut les dire foliacés ; ils ressemblent à des feuilles non pas seulement par la consistance, mais aussi par la structure intime et les lois d'évolution organique. Quelques-uns s'arrêtent à l'état premier de la feuille, à celui où l'on ne peut distinguer le mésophylle des épidermes (2) ; d'autres restent définitivement à celui où une seule des deux lames mésophylliennes a pris naissance (3) ;

(1) Fig. 5. Section transversale d'une feuille de Rosier. *c g*, dernière rangée de cellules allongées représentant le résidu de la couche génératrice.

(2) Clématite.

(3) Ancolie, *Delphinium*, Aconit.

d'autres encore se comportent comme les feuilles les plus complètes, et s'arrêtent à cet état; d'autres enfin continuent leur évolution. Les éléments foliacés subissent des transformations dans leur consistance, en même temps que le nombre peut s'en accroître considérablement. Mais, remarquons-le, des différences d'aspect ne sont pas des différences de nature. Toujours les parties nouvellement formées se trouveront en contact avec le système épidermique interne représentant l'épiderme supérieur de la feuille carpellaire. La même loi de développement se suivra jusqu'au bout. Nous allons pour le prouver entrer dans le détail des faits.

L'accroissement du fruit se fait par l'intermédiaire d'une zone génératrice, située entre le tissu du fruit, entre le mésocarpe et le système épidermique interne. Les faits que nous allons énoncer ne pourront laisser aucun doute sur la vérité de cette proposition. Mais avant de commencer l'examen des détails anatomiques qui donnent une démonstration rigoureuse de notre principe, il nous semble utile de montrer comment on peut être amené à accepter notre théorie par la seule inspection des fruits.

Très-fréquemment, ces organes, arrivés à leur complète maturité, se divisent en deux lames qui se séparent l'une de l'autre. L'une de ces lames emporte avec elle le réseau fibro-vasculaire, et l'autre n'est formée que par le système épidermique externe (1). Cette séparation a eu lieu, parce que, entre ces deux lames, il existe une couche ou zone, dans laquelle la résistance est moindre que dans le reste du fruit. C'est à peu près ainsi que, dans un grand nombre d'arbres, il est facile de séparer l'écorce du bois. La lame interne n'emporte avec elle aucune portion du mésocarpe; elle est exclusivement constituée par l'épiderme. Nous avons constaté la même séparation sur les écailles du Marronnier d'Inde, le calyce de l'Œillet, les sépales de la Pivoine et la corolle du *Paulownia*.

Si l'on examine, à un instant convenable, un fruit drupacé,

(1) *Nicotiana*, *Catalpa*.

une Prune par exemple, une Cerise, on peut voir que l'extérieur est déja devenu plus ou moins pulpeux, alors que la région voisine du noyau est encore tout à fait verte, et n'approche pas de la maturité. Inversement, le noyau est tout à fait ossifié sur les points qui touchent la cavité de la graine, tandis que les parties voisines de la chair sont encore tendres et molles. C'est donc à la surface de contact, entre la chair et le noyau, que se trouvent les portions les plus récemment formées. Sur un Abricot tout à fait mûr, on remarque souvent que l'intérieur, la portion qui touche le noyau, est dépourvue de saveur et n'a pu subir encore ce que j'appellerai pour abréger la transformation pulpeuse ; de plus, dans ces cellules intérieures, on trouve de l'amidon qui, dans les plus extérieures, est remplacé par du sucre. Une section quelconque dans le fruit du Marronnier d'Inde montre avec le dernier degré d'évidence trois parties concentriques. La portion intermédiaire gonflée de suc, tendre et molle est très-épaisse comparativement sur le fruit incomplétement développé, tandis qu'elle diminue d'importance lorsque le fruit a atteint ses dimensions définitives et, surtout, quand il est arrivé à sa complète maturité.

Procédons maintenant à une étude détaillée. Je prends pour terme de comparaison une gousse de haricot (*Phaseolus multiflorus*), parce que ce fruit présente, selon les points où on l'examine, des épaisseurs très-différentes et qu'à ces différences correspondent des différences de structure. L'épaisseur est faible aux points où existent les graines et beaucoup plus grande dans les intervalles qui séparent ces organes les uns des autres. Partout où les graines existent, le fruit se réduit à l'épiderme externe, au mésophylle extérieur, à la couche génératrice et à l'épiderme interne. Dans les intervalles qui séparent les graines, le tissu perpendiculaire a pu se former et sépare le mésocarpe extérieur de la couche génératrice.

Je m'occupe d'abord du système épidermique interne. Dans le fruit très-jeune, il est formé par une simple couche de tissu cellulaire que rien ne distingue du reste. Mais bientôt il se modifie profondément. Les cellules qui le constituent s'allongent

dans le sens transversal, de sorte qu'on les croirait destinées à former des fibres rayonnantes (1). Il n'en est rien. Ces éléments, en effet, se cloisonnent bientôt perpendiculairement à leur direction et donnent naissance à plusieurs rangées de cellules à peu près rectangulaires, mais dont les grandes dimensions sont longitudinales. D'abord terminées à angle droit à leurs deux extrémités, ces cellules-filles, comme on peut les appeler d'après M. Trécul, s'allongent beaucoup, deviennent pointues, soit à leurs deux extrémités, soit à une seule, et s'insinuent entre celles qui les précèdent en haut et en bas. On reconnaît bien là le mode de développement signalé par M. Trécul pour les fibres ligneuses. Ces éléments épidermiques ne diffèrent, en réalité, des fibres véritables que par la moindre épaisseur de leurs parois. Encore cette différence n'existe-t-elle que dans un certain nombre de plantes, comme nous avons déjà eu occasion de le dire.

Immédiatement en dehors des cellules épidermiques dont nous venons d'indiquer la multiplication et la transformation en fibres, se trouvent d'autres éléments plus jeunes appartenant à la couche génératrice. Ceux-ci sont à peu près réguliers dans leurs formes et se cloisonnent pour se multiplier de telle sorte que les nouvelles cellules conservent toujours à peu près la forme géométrique des utricules dont elles proviennent. Mais bientôt quelques-uns de ces éléments cellulaires s'allongent parallèlement à la surface du fruit et se cloisonnent horizontalement, mais dans le sens de l'épaisseur (2). Ai-je besoin de dire que la région du fruit dans laquelle se fait le travail en question est un peu en dehors de la couche génératrice proprement dite? Les cellules-filles sont, d'après ce qui précède, dirigées selon l'épaisseur du fruit et forment par leur réunion des séries de nervures rayonnantes. Ces fibres rempliraient tout le mésocarpe interne, si, plus en dehors, les cellules-mères ne suivaient pas une autre marche dans leur multiplication. Au lieu de se cloisonner toujours dans le même sens, ce qui forcerait les cellules-filles à

(1) Fig. 18.
(2) Fig. 19.

avoir leurs grandes dimensions à peu près parallèles, ces utricules plus extérieures se divisent de manière à former quelques éléments dont les uns sont très-allongés, tandis que les autres ne présentent rien de particulier (1). Les éléments très-allongés sont de nouvelles fibres évidemment analogues à celles que M. Fournier appelle fibres nervales ; le reste des cellules constitue le parenchyme du fruit. De ce mode de multiplication résultent deux conséquences. La première est que les nervures au lieu d'être partout en contact les unes avec les autres sont, sur bien des points, séparées par du parenchyme. La deuxième est que, entre les nervures principales, il peut s'en former et il s'en produit souvent d'autres. Il suffit pour cela que quelques fibres nervales se disposent en séries. C'est ce que l'on voit fréquemment.

Le parenchyme externe est plus âgé ; mais il a passé par tous les états que nous avons signalés. Il s'est développé par la division de cellules appartenant à la couche génératricee, lorsque le fruit était moins âgé, cellules séparées maintenant de cette couche par toutes les parties nouvellement formées. Les éléments constitutifs n'en sont jamais dirigés selon l'épaisseur du fruit, car les faisceaux fibro-vasculaires y forment un réseau parallèle à la surface. Aussi les cellules mères se sont allongées dans le sens de l'épaisseur du fruit, comme nous l'avons signalé pour l'épiderme interne. Les choses se sont ainsi passées partout où il s'est agi de former les branches longitudinales du réseau. Dans tous les points, au contraire, où devaient se trouver des branches destinées à relier les troncs principaux, l'allongement des cellules-mères s'était fait dans un sens à peu près vertical. Quant au parenchyme proprement dit, il s'est aussi formé par division et participe, quoique à un moindre degré, à l'allongement des parties fibro-vasculaires. Il n'est absolument régulier que dans les points assez éloignés de tout faisceau. Sur les points correspondant à la graine, le développement de cet organe

(1) Fig. 21 et fig. 22.

n'a pas permis au tissu serré de prendre naissance (1). Dans le premier âge du fruit, les cellules-mères étaient donc dirigées selon l'épaisseur du fruit ou disposées verticalement. Le mésophylle externe se remplit, comme on sait, de chlorophylle et passe par tous les états qu'affecte le tissu foliacé. Quant au tissu perpendiculaire, il subit en quelque sorte un arrêt de développement. Quand son activité vitale est moindre, les cellules constituantes donnent naissance à de très-rares vésicules, les parois des cellules s'amincissent, ce qui explique la faible consistance présentée par cette partie dans le fruit tout à fait mûr. On sait, en effet, que dans le Haricot, cette portion du fruit semble desséchée et atrophiée. Mais on la retrouve avec une assez grande netteté dans d'autres Légumineuses comme chez le *Gleditschia* où elle forme les cloisons transversales qui séparent les graines.

M. Fournier a fait remarquer que, dans les gousses destinées à s'enrouler transversalement, les fibres de l'épiderme externe sont elles-mêmes transversales. Cette remarque est juste et nous devrions nous occuper du mode de formation de la couche ainsi constituée. Mais les mêmes faits sont présentés par le Rosier à l'étude duquel nous renvoyons. Sur certaines plantes Légumineuses le tissu perpendiculaire que nous avons vu s'atrophier dans le Haricot devient pulpeux en subissant des transformations que nous indiquerons plus en détail quand nous envisagerons l'origine des drupes et des baies. Dans notre chapitre premier, nous avons montré qu'entre la partie interne du follicule de la Pivoine et le tissu charnu la différence est réellement fort petite. Pendant quelque temps tous les fruits se comportent de la même manière. Mais ils s'arrêtent à des degrés divers de développement. De plus, toutes les parties constituantes ne se perfectionnent pas également; tandis que certaines portions suivant leur marche ascendante passent de l'état foliacé à l'état scléreux ou à l'état pulpeux, selon les cas, d'autres commencent seulement à subir une de ces transformations et s'arrêtent en route (tissu charnu de la Pivoine) ; d'autres subissent une véritable

(1) Fig. 17.

résorption, comme nous l'avons montré dans le premier chapitre à propos des akènes des Renonculacées, à propos des Caryopses du blé.

Prenons un très-jeune akène de *Rosier*, nous le trouvons composé des parties suivantes : 1° Un épiderme extérieur; 2° un épiderme intérieur; 3° entre les deux une masse cellulaire très-mince (1). La zone intermédiaire présente tous les caractères de la couche génératrice. Les parois des cellules constituantes en sont minces, les nucléus occupent, dans chaque élément, la majeure partie de la cavité, de sorte que cette couche paraît assez opaque. La coloration jaune qui permet souvent de reconnaître les jeunes tissus y est aussi bien manifeste. Par suite des progrès de la végétation les cellules de cette zone intermédiaire se multiplient par division (2). D'abord homogène, cette couche se divise bientôt en zones distinctes. On y voit apparaître vers le milieu des parties plus claires composées d'éléments très-allongés. Comment ces éléments se sont-ils formés? C'est un point que l'énorme développement des nucléus rend bien difficile à constater. Mais, par analogie avec ce que nous avons vu dans la gousse, nous devons croire que les éléments cellulaires primitifs formaient en ce point un tissu perpendiculaire dont les utricules constituantes se sont divisées perpendiculairement à leurs grandes dimensions. Les cellules-filles se sont alors comportées comme des fibres ligneuses. Un autre motif vient à l'appui de cette manière de voir. En effet, le travail de multiplication des éléments, difficile à suivre au commencement à cause de l'énorme développement des nucléus, apparaît d'une manière bien évidente quand on examine un fruit déjà un peu âgé, ou, ce qui revient au même, une partie un peu éloignée de la couche génératrice. Alors on voit très-nettement les cellules-mères allongées dans un certain sens se cloisonner perpendiculairement à leurs grandes dimensions. Sur certains points, ces cellules s'agrandissent sans qu'une dimension

(1) Fig. 1. *Ep. ext.*, épiderme externe; *Ep. int.*, épiderme interne; *Més.*, mésocarpe ou mésophylle.

(2) Fig. 2. Les mêmes lettres y désignent les mêmes parties que dans la figure 1; *c*, *g*, couche génératrice.

l'emporte beaucoup sur les deux autres, et la multiplication se fait souvent par deux cloisons qui se coupent à angle droit et produisent quatre cellules régulières comme la cellule-mère (1). Ainsi que je l'ai constaté sur la gousse, ainsi que nous le verrons chez le Marronnier d'Inde, certaines cellules servent de la façon suivante à la multiplication des nervures ; elles se divisent de manière à donner un élément très-allongé, suivant une certaine direction et très-étroit dans les autres sens. C'est une véritable fibre nervale. Le reste de la cellule se cloisonne aussi, mais en produisant des utricules régulières (2). Si ce travail s'opère sur plusieurs cellules disposées en série, une nouvelle nervure secondaire est constituée. D'autres fois encore dans une même cellule-mère deux ou plusieurs fibres nervales se produisent, séparées par des utricules ordinaires.

Je reviens aux parties transparentes signalées tout à l'heure. Comme on l'a deviné, à coup sûr, nous devons y voir les rudiments des faisceaux fibro-vasculaires qui ont paru au milieu de la zone génératrice (3). Pourtant il importe de remarquer que les deux portions de cette zone situées des deux côtés de la formation vasculaire sont loin de présenter la même importance. La portion extérieure n'est pas épaisse et a perdu beaucoup de son activité vitale. Les nucléus y sont rares et surtout n'occupent plus qu'une portion assez faible de la cavité cellulaire. La portion comprise entre la couche vasculaire et l'épiderme interne est, au contraire, épaisse et active. C'est elle qui va être le siége des phénomènes les plus importants. Débarrassons-nous tout de suite de la portion comprise entre la couche fibro-vasculaire et l'épiderme externe. L'activité que possèdent quelques-unes des cellules renfermées dans cette portion du fruit explique l'origine des nervules de médiocre importance, qui, du réseau principal, se dirigent vers l'extérieur du fruit.

(1) Fig. 4, *a*.

(2) Ceci n'a pas besoin d'être expliqué par des figures spéciales. Les dessins relatifs à la gousse conviennent aussi bien au cas actuel.

(3) Fig. 3. Mêmes lettres que dans les figures précédentes et, en outre, *n l* nervures longitudinales reliées par des branches transversales *n*.

Passons maintenant à la vraie couche génératrice. Les phénomènes déjà connus s'y reproduisent : des nervures y prennent naissance, nervures dont la portion la plus âgée est située du côté extérieur, dont l'extrémité la plus jeune est toujours tournée vers l'intérieur du fruit. Ces faisceaux fibro-vasculaires, au lieu de former un réseau parallèle, sont dirigés comme des rayons de la circonférence au centre. Ils partent du réseau parallèle pour se diriger vers l'épiderme interne, à la surface duquel ils sont à peu près perpendiculaires (1).

Partout où les nervures ne se sont pas développées, les cellules primitives et leurs divisions forment un véritable parenchyme dont les parties constituantes sont d'autant plus anciennes qu'elles sont plus extérieures (2). Chacune de ces cellules se multiplie par division pendant un temps plus ou moins long, mais dont il est impossible d'assigner la durée, puisqu'elle dépend des circonstances plus ou moins favorables que rencontre pour sa végétation chaque coupe réceptaculaire et, dans ce réceptacle, chaque fruit en particulier.

Quand la multiplication cesse de se produire, le travail d'épaississement commence, et il se fait suivant un mécanisme identique avec celui que nous trouverons dans la portion extérieure du noyau de l'Amande. Aussi doit-on remarquer que ce sont en général les cellules les plus extérieures qui sont le plus épaissies, les cellules les plus voisines de la couche génératrice ayant leurs parois très-minces. Nous avons à peine besoin d'insister sur le point suivant. Il n'est pas absolument rigoureux de dire que les cellules les plus anciennes sont partout et toujours les plus extérieures (3). C'est là une règle générale ; mais on conçoit qu'elle puisse et qu'elle doive se trouver assez souvent en défaut, car rien ne se fait ici avec une régularité mathématique. Les explications que nous avons données supposent que l'on a sous les yeux une section longitudinale. S'il s'agissait d'une section transver-

(1) Fig. 4, *n p*, nervures perpendiculaires.

(2) Même figure. *Par.*, parenchyme.

(3) Fig. 5, 7 et 8. *C E*, cellules extérieures et épaisses ; *c m*, cellules intérieures et minces.

sale, les nervures qui s'étendent de la base au sommet seraient coupées transversalement. On ne verrait en vraie grandeur que les rameaux destinés à relier entre eux les troncs principaux : les nervures rayonnantes seraient aussi dans le même cas.

L'examen des akènes du Rosier fournit la démonstration d'un fait que nous notons en passant. L'épaisseur des parois semble augmenter par intussusception et non pas par des dépôts successifs et concentriques, puisque, sur les cellules très-âgées, les ponctuations forment des canaux d'un assez grand diamètre, tandis que, dans des cellules déjà épaissies, mais jeunes encore, elles ne forment que des traits à peine visibles (1). Ce n'est pas là un fait nouveau. Il a déjà été constaté entre autres par M. Millardet (2) et M. Duval-Jouve.

J'arrive aux épidermes ou plutôt aux systèmes épidermiques négligés à dessein tout à l'heure pour ne pas interrompre l'énumération des phénomènes relatifs au mésocarpe. La série des modifications subies par l'épiderme externe est assez bien connue pour qu'il nous suffise de renvoyer à nos figures. Mais on s'est, à ce que je crois, beaucoup moins occupé du système interne. Voici ce que j'ai observé. Les cellules qui composent cet épiderme tout à fait développé sont très-allongées, ont leurs grandes dimensions parallèles à la surface du fruit et méritent le nom de fibres que je leur ai donné plus haut. Elles forment comme deux couches concentriques dont chacune est composée de plusieurs rangées et sont d'autant plus âgées qu'elles sont plus intérieures (3). Comment s'est produit cet état définitif (3)?

C'est une question que nous avons résolue plus haut quand nous avons examiné la gousse. La seule différence résulte de l'épaisseur de la paroi plus grande ici que dans le fruit auquel

(1) On peut comparer, pour s'en convaincre, toutes les cellules marquées *c e* avec celles que désignent les lettres *c m*.

(2) *Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. IV, p. 300.

(3) Fig. 5 et 8. *End. tr.*, couche de l'endocarpe formée de fibres transversales ; *End. l.*, couche de l'endocarpe formée de fibres longitudinales.

(4) Fig. 1 et 2. *Ep. int.*, une section longitudinale montrerait les grandes dimensions de ces cellules primitives.

nous faisons allusion (1). Ce travail se produit de manière à donner naissance à un nombre variable de cellules horizontales qui sont en quelque sorte empilées. Après un certain temps, les jeunes éléments du système épidermique interne s'orientent au contraire horizontalement et se cloisonnent dans une direction, horizontale encore, mais perpendiculaire aux grandes dimensions. Les cellules-filles ainsi formées s'allongent verticalement. C'est ici que l'analogie avec le développement des fibres ligneuses devient une identité.

Dans chacune des drupes dont la réunion constitue la Framboise, les faits se passent comme chez les Rosiers, dont les akènes se trouvent pendant longtemps à différents états de développement dans une même coupe réceptaculaire. Jusqu'à une certaine époque de leur développement les fruits secs du Rosier et les fruits charnus du *Rubus* ont traversé les mêmes phases. Ne voulant pas répéter ce que j'ai dit plus haut, je me contenterai de l'indication suivante. Cette identité dure jusqu'à l'instant où les deux fruits semblent formés de cellules polyédriques pressées les unes contre les autres. A ce moment, les deux pages du mésophylle sont bien développées et le système épidermique interne est constitué par des éléments déjà allongés, mais à parois peu épaisses. C'est ici que commence la divergence : dans l'akène du Rosier, le tissu devient scléreux ; dans la Framboise, au contraire, les parois des utricules restent minces, quelques-unes d'entre elles s'agrandissent énormément, de manière à présenter une vaste cavité autour de laquelle les autres cellules non modifiées sont groupées et serrées (2). Les utricules ainsi agrandies deviennent le siége d'un nouveau travail que M. Trécul a suivi d'une manière admirable dans quelques cas particuliers (3). Il s'agit de la production des vésicules. Notons que, dans son ensemble, ce travail se produit comme l'apparition même des parties, de dehors en dedans. A un instant quel-

(1) Fig. 3, 4, 5 et 8. Portion intérieure de la couche génératrice *c g*.

(2) Fig. 24. *cel. ar.*, cellules agrandies et arrondies destinées à se remplir de vésicules. *cel. pol.*, cellules du tissu primitif, restées encore petites et polyédriques.

(3) Fig. 25. Même tissu un peu plus âgé : les cellules arrondies et agrandies se remplissent de vésicules.

conque, une section transversale nous montre, en effet, les éléments les plus avancés situés vers l'extérieur et les plus jeunes dans le voisinage de la couche génératrice. Ce travail ne change pas la disposition générale que nous avons signalée. Dans la couche externe du mésocarpe, les cellules restent régulières. Dans la région qui correspond au tissu serré, elles s'allongent dans le sens de l'épaisseur. Cet allongement est d'autant moins marqué que l'on considère des points plus intérieurs (1). Nous sommes ainsi conduits insensiblement à la couche génératrice où les utricules tout à fait jeunes n'ont pu encore s'allonger et offrent une régularité parfaite.

A part la formation du noyau, la Prune offre les mêmes phénomènes. Dans le système épidermique interne, les cellules les plus intérieures donnent seules par leur cloisonnement naissance à des fibres. Les plus extérieures, qui sont toujours les plus jeunes, se divisent en cellules polyédriques, petites et assez régulières. Les parois de ces petites cellules s'épaississent à peu près dans l'ordre de leur apparition et le noyau est constitué.

L'Amande et la Pêche nous offriront relativement à ce qui précède quelques différences en même temps que de nombreuses analogies. Au milieu du noyau qui enveloppe la graine, la couche génératrice se distingue avec une netteté merveilleuse (2). A l'intérieur de cette zone se trouve le noyau véritable (3). Quant à la portion extérieure, elle ne suit pas les mêmes lois dans son développement. Nous savons que, chez beaucoup de fruits, les cellules du mésocarpe produisent dans leur intérieur des vésicules qui deviennent libres par la résorption des parois cellulaires. C'est le même travail qui s'effectue ici. Seulement, les vésicules qui se forment dans cette région croissent rapidement eu égard à l'activité dont sont animées ces parties très-voisines de la couche génératrice (4).

(1) C'est ce que montre la comparaison des deux portions de la fig. 25. La première est empruntée à la partie extérieure d'une drupe et l'autre au tissu serré.

(2) Fig. 27, *C G*.

(3) Même figure, *N*.

(4) Même figure, *Més*.

Elles se pressent les unes contre les autres, et au lieu de rester arrondies, elles deviennent polyédriques. En même temps, l'épaisseur de leurs parois augmente beaucoup, et l'on a sous les yeux un tissu scléreux formé par des vésicules et non par de véritables utricules. C'est ce que j'ai cherché à exprimer par le dessin (fig. 27, *Més.*).

L'examen des drupes nous conduit tout naturellement à celui des baies. Cette dernière sorte de fruit ne nous arrêtera pas longtemps. Nous avons étudié (chapitre Ier) la disposition des diverses parties dans le fruit du *Berberis*. Aucune zone n'a subi la transformation scléreuse et le tissu pulpeux a pris partout la place du tissu primitif, les éléments agrandis ayant d'ailleurs gardé en chaque point leur direction première.

Ces exemples, que nous pourrions multiplier, nous font connaître les lois générales qui président à l'évolution du fruit toutes les fois qu'il provient d'un carpelle unique. Il nous reste à faire voir que ces lois ne sont pas altérées quand l'organe doit son origine à plusieurs carpelles soudés.

Nous avons déjà montré que la structure des fruits uniloculaires est la même, qu'ils proviennent d'un ovaire unique ou qu'ils doivent leur origine à plusieurs ovaires soudés. Les raisonnements employés pour montrer la justesse du mot *couche génératrice*, se répéteraient ici, sans qu'un seul mot doive y être changé.

S'agit-il d'un fruit provenant d'un ovaire multiloculaire? La question semble plus difficile. Aussi a-t-elle été plus controversée. Pourtant les explications que, dans le chapitre Ier, nous avons données sur les fruits de l'*Æsculus Hippocastanum* et sur le Raisin, nous semblent de nature à trancher la question. Nous avons montré, en effet, que l'endocarpe est séparé du fruit proprement dit par une couche plus jeune, dont les éléments se cloisonnent vers le dehors de manière à continuer les parties déjà constituées du mésocarpe (1). A l'intérieur, ces mêmes éléments passent insensiblement à des cellules polyédriques dont la

(1) Fig. 28, *C G.*

réunion constitue l'endocarpe. Le milieu de cette zone est très-jeune. En faut-il plus pour y reconnaître une couche génératrice? Nous ne le pensons pas. Au surplus, nous avons vu que cette zone est très-épaisse chez le fruit jeune et beaucoup plus mince chez le fruit adulte. Quant aux transformations de tissu, elles ne nous offrent rien de bien particulier. Obéissant aux mêmes lois de développement que les carpelles, les cloisons en sont une dépendance (1).

Les mêmes conclusions s'appliquent au Raisin avec une seule différence; l'épiderme interne étant resté mince, sa couche génératrice, dont le rôle se démontre comme précédemment, est bien plus voisine de la cavité des graines que dans les fruits précédents. C'est ce que nous avions déjà signalé dans les fruits de la Pensée, de l'Ancolie et de la Clématite.

Nous serons très-bref en ce qui se rapporte au développement longitudinal du fruit. Dans son traité d'organogénie de la fleur, Payer fait remarquer que chez le Rosier, l'ovule se trouve situé d'abord à la base de la loge, puis qu'il finit par se trouver à son sommet; on dirait, par conséquent, que les parties situées plus haut sont les plus anciennes et qu'elles sont constamment soulevées par des parties plus jeunes formées inférieurement. Cette marche est réelle et se maintient pendant toute la vie du fruit. Constamment, les tissus sont plus âgés en haut qu'en bas. Vers le sommet, la couche génératrice est presque oblitérée. Elle forme à la base presque toute l'épaisseur du fruit. Dans un ovaire monstrueux de Rosier du Bengale, j'ai trouvé un seul style et deux ovaires. L'un des deux s'était développé normalement, tandis que l'autre s'était atrophié. Or le dernier s'était peu à peu soulevé de manière à se trouver séparé complétement de la coupe réceptaculaire. On reconnaît bien là le développement basipète signalé par M. Trécul.

Dans les fruits de l'*Æsculus*, de la Balsamine, les parties situées au milieu sont les plus âgées; le haut et le bas sont encore jeunes, lorsque cette portion moyenne est arrivée à son

(1) Même figure, *C G'*.

entier développement. Entre autres preuves de cette manière de voir, je citerai les faits suivants :

Les piquants de l'*Æsculus* sont beaucoup plus grands et plus développés dans cette région moyenne. La teinte brune qui indique la disparition de la vitalité se produit au milieu alors que les deux extrémités sont encore jeunes. C'est, du reste, ce que montre l'organogénie. Nous trouvons ici le développement mixte de M. Trécul. Ne m'étant pas occupé en détail du fruit des Monocotylédones, je ne saurais dire si cet organe présente la ormation parallèle. Mais on peut dire, d'une manière générale, eu égard à l'importance des nervures latérales, que ce développement existe chez presque tous les fruits, combiné, selon les cas, avec chacun des trois autres. Il en est de même pour les écailles de la plupart des bourgeons.

Le fruit de la Pensée nous offre la formation basifuge.

Comme on peut le voir, j'ai porté mon attention sur le développement longitudinal beaucoup moins que sur l'accroissement en épaisseur. Il y a quelques années, la première question aurait paru fondamentale. Nous avons montré plus haut qu'il n'en est rien.

Nous nous rangeons sans hésiter parmi ceux qui voient dans les fruits adhérents une partie axile et une partie appendiculaire. Il nous est impossible de dire, d'une manière générale, ce que sont ces deux parts, puisque l'importance relative en est variable dans chaque cas particulier. Mais, à notre sens, un caractère physiologique permet de distinguer ce qui est axile et ce qui est appendiculaire. Nous voulons parler de la position occupée par la zone génératrice.

Partout où elle est extérieure au cercle ligneux, l'organe est un axe. Nous avons affaire à un appendice dans tous les points où cette même couche est à l'intérieur de la zone vasculaire. Nous avons appliqué ce caractère au cas particulier de la Pomme et de la Poire. Peu de mots nous suffiront pour éclairer ce sujet. La partie extérieure reproduit la coupe réceptaculaire du Rosier et se développe de la même manière. L'intérieur est constitué par cinq feuilles carpellaires. Nous n'avons à signaler dans

le développement de ce fruit qu'un point nouveau. Encore nous rappellera-t-il les particularités signalées chez l'Amande.

Tout le monde a pu remarquer, au milieu du tissu charnu de toutes les Poires, des amas pierreux dont la structure, dit-on, rappelle celle du noyau. Turpin a depuis longtemps indiqué la disposition relative des cellules du parenchyme et de ces amas scléreux. Nous sommes en mesure de donner sur ce sujet quelques détails circonstanciés. Comme tous les fruits possibles, la Poire arrive, à un certain moment de son développement, à être constituée par un tissu polyédrique dont les éléments, orientés suivant leur direction définitive, ont des parois très-minces. A cette époque commence le travail qui doit donner aux diverses parties leur consistance finale. Eh bien! Quelques-unes de ces cellules polyédriques grandissent, et dans leur intérieur se produisent des vésicules qui se serrent les unes contre les autres, deviennent polyédriques et s'épaississent. Les cellules non modifiées qui séparent ces masses scléreuses ne s'étant pas encore agrandies, le fruit est pendant quelque temps presque entièrement osseux. Mais bientôt les cellules interposées entre ces amas osseux se développent à leur tour, écartent ces petits noyaux les uns des autres et forment un tissu pulpeux.

Pour terminer notre tâche, il nous reste à résumer les résultats acquis.

CHAPITRE III.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

De l'examen auquel nous venons de nous livrer résultent quelques propositions que nous formulons avec d'autant plus de satisfaction que beaucoup d'entre elles ont été acceptées depuis longtemps par les botanistes et qui n'ont été contredites que dans ces derniers temps; d'autres nous semblent nouvelles.

I. Quand un fruit provient d'un carpelle unique à ovaire supère, l'accroissement de ce fruit en épaisseur a lieu de la façon suivante : Entre le mésocarpe et l'épiderme interne se trouve

une zone génératrice dont la partie la plus extérieure accroît en se développant l'épaisseur du fruit proprement dit, tandis que l'intérieur fournit de nouveaux éléments à l'épiderme interne. La partie moyenne de cette couche génératrice est toujours la plus jeune.

II. Quand le fruit provient d'un ovaire multiple, mais uniloculaire, à placenta central ou à placenta pariétal, la zone génératrice forme, dans l'épaisseur de cet organe, une enceinte continue qui sépare le mésocarpe du système épidermique interne.

III. Quand l'ovaire est multiloculaire, les cloisons qui le traversent sont des dépendances des parois, et s'accroissent par une couche génératrice continue avec celle des carpelles.

IV. Dans une feuille très-jeune, le mésophylle est séparé de l'épiderme supérieur par une couche génératrice.

V. Dans les fruits on retrouve les quatre modes de développement longitudinal que présentent les feuilles.

VI. Dans les réceptacles analogues à celui du Rosier, on retrouve essentiellement la structure de la tige et non pas la structure de la feuille; la couche génératrice y sépare l'écorce du système ligneux.

VII. Dans la partie extérieure de la Pomme, de la Poire, on reconnaît tous les caractères d'un réceptacle de Rosier.

VIII. L'intérieur des mêmes fruits nous offre, au contraire, la structure d'un ovaire supère à cinq loges. Il faut donc voir dans la Poire, etc., un réceptacle soudé à cinq feuilles carpellaires.

IX. D'une manière générale, la position de la couche génératrice permet de distinguer la part qui, dans le fruit, revient à l'axe et celle qui appartient aux appendices.

Tels sont les faits. Quelles conclusions théoriques devons-nous en déduire? Elles nous semblent très-nettes. Tout fruit provenant

d'un ovaire supère est essentiellement formé par des feuilles carpellaires qui portent des ovules.

Si l'axe intervient dans la structure du fruit, il ne contribue pas à la production des graines.

Cette théorie n'est pas nouvelle, nous le savons. Mais qu'importe? Il n'est pas inutile, à notre avis, de fournir une démonstration nouvelle d'une vérité acquise, surtout quand cette vérité a, comme dans le cas actuel, donné naissance à des discussions longues et passionnées.

Il nous reste à détruire quelques objections :

Nous avons plus d'une fois mentionné, avec éloge, le travail de M. E. Fournier sur les Crucifères. Il est riche en faits bien observés et soigneusement décrits; mais, malgré tout, nous ne pouvons accepter la conclusion que l'auteur tire de ses observations.

« Remarquons, dit-il à la page 24 de son Mémoire, remar-
» quons d'abord quelle analogie la coupe du fruit nous montre
» avec celle de la tige. Au dehors un épiderme, puis un paren-
» chyme et des faisceaux fibro-vasculaires contenant des cellules
» que j'ai rapprochées des cellules de transport, en signalant
» pourtant la plus grande longueur de leurs éléments; puis, in-
» térieurement aux faisceaux fibro-vasculaires, intérieurement
» aux trachées des fibres de la même nature qui les séparent de
» la moelle. Cette structure est d'autant plus intéressante à con-
» stater que nous avons affaire à des ovaires supères par excel-
» lence. »

Comme nous l'avons établi, l'analogie invoquée n'est pas réelle. Si la structure des fruits était celle de la tige, la zone génératrice devrait se trouver entre le système cortical et la zone fibro-vasculaire. Nous avons montré qu'il n'en est pas ainsi, c'est entre la zone fibro-vasculaire et le système épidermique interne que se trouve cette zone génératrice. Les fibres qui épaississent l'épiderme interne en sont des dépendances et ne sont en aucune façon reliées aux trachées. Nous en avons plusieurs fois signalé le mode de naissance et de multiplication. Nos propres préparations, celles qui ont été faites à notre demande par

M. Bourgogne, nos dessins, nos observations ne laissent aucun doute à ce sujet.

Comme le fait, avec raison, observer M. Fournier, la couche parenchymateuse du fruit des Crucifères se continue autour du placenta de manière à l'envelopper complétement. Cela veut dire que le placenta est en parfaite continuité de structure avec la feuille carpellaire et que, en particulier, la zone génératrice se continue de l'une à l'autre : nouvelle preuve de l'identité de nature que nous cherchons à établir.

L'objection faite par M. Trécul et tirée de la simplicité de la cloison n'en est plus une si les bords des feuilles carpellaires sont connés.

On ne saurait donc fournir un seul argument sérieux pour montrer dans les ovaires supères et dans les fruits qui en proviennent des ovules ou des graines portés par des axes ; toutes les objections élevées contre la théorie de Goëthe tombent devant une étude attentive. Au contraire, beaucoup de faits positifs, avérés, s'expliquent à merveille si l'on accepte les idées que nous soutenons avec les plus éminents botanistes de notre époque.

En dernière analyse, cette théorie, qui envisage les fruits comme formés par un certain nombre de feuilles modifiées, se trouve démontrée par l'étude à laquelle nous nous sommes livré sur le développement du fruit en épaisseur.

Nous pouvons donc, pour en faire connaître la structure, conserver les mots suivants, qui correspondent à ceux dont on fait usage pour les feuilles.

Épicarpe.	Épiderme inférieur.
Mésocarpe.	Mésophylle.
Endocarpe.	Epiderme supérieur.

Remarquons toutefois que ces mots ont pris une signification plus précise et ne dépendent nullement de la consistance des diverses parties, mais de leur portion. Ainsi, si nous prenons un fruit quelconque et si nous y cherchons la couche génératrice, nous dirons que tout ce qui est à l'intérieur de cette couche

est l'endocarpe. Cette partie sera quelquefois très-mince comme dans le follicule de l'Aconit, quelquefois très-épaisse comme dans la Prune. Peu importe, puisque nous avons reconnu que ce sont seulement des degrés divers de développement d'un même organe. Tout ce qui est au dehors de cette zone génératrice appartient au mésocarpe et au système épidermique externe. Ici encore la consistance et l'épaisseur importent peu. Dans le fruit du Rosier tout cet ensemble est osseux ; dans la Framboise, il est entièrement charnu. Mais ce sont toujours les mêmes parties. Dans l'Amande, dans la Noix, une portion du mésocarpe est molle, une autre portion est scléreuse. Dans l'Amande et la Pêche, comme nous l'avons longuement démontré, le noyau se compose de deux parties bien distinctes. Sur ce point, comme on le voit, les anciennes dénominations étaient inexactes, car pour elles l'enveloppe extérieure était l'épicarpe, la chair, le mésocarpe, et tout le noyau constituait l'endocarpe. Notons encore que l'on voyait autrefois dans le noyau l'analogue du tissu serré des feuilles carpellaires. Nous avons prouvé que c'est une erreur, au moins dans l'immense majorité des cas. Entièrement vraie pour la Noix, partiellement vraie pour l'Amande et la Pêche, cette assimilation est inexacte pour la Prune et la Cerise. En général, le tissu serré du mésophylle, reconnaissable comme dans la feuille par la disposition particulière de ses éléments constituants, se trouve au dehors du noyau et séparé de celui-ci par la couche génératrice.

C'est une erreur de prendre la coupe réceptaculaire pour un ensemble d'appendices soudés. Les raisons anatomiques que l'on peut faire valoir en faveur de cette idée résultent d'un examen incomplet et tombent devant l'argument tiré de la position qu'occupe la couche génératrice ; cette coupe est de nature axile.

Cette dernière conclusion et les preuves qui l'établissent sont également légitimes quand il s'agit d'un fruit provenant d'un ovaire infère. Par conséquent, l'axe entre pour une part plus ou moins grande dans la structure du corps complexe ainsi formé. On ne saurait dire d'une manière générale quelle est cette part

puisqu'elle varie d'une plante à l'autre ; mais, en cherchant dans chaque cas particulier la position de la zone où se forment les parties nouvelles, on peut démêler à coup sûr la portion axile et la portion appendiculaire.

Dans un Mémoire dont je ne connais que les conclusions générales, consignées aux *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences* (numéro du 28 janvier 1869), M. Van Tieghem examine les différences anatomiques qui séparent le système axile descendant, le système axile ascendant et le système appendiculaire. Mais, au milieu de ces différences de structure, on doit reconnaître une identité presque absolue dans les éléments constituants. Les différences tiennent aux positions respectives des diverses parties. Qu'il nous soit permis de signaler des analogies nouvelles en même temps que des différences. Toutes les parties dont la réunion constitue un végétal se développent par une couche génératrice dont la position seule varie.

Enfin, puisqu'il est bien prouvé que les feuilles carpellaires peuvent porter des ovules sans que l'axe intervienne dans leur production, gardons-nous bien d'attribuer aux mots *axile* et *appendiculaire* une signification absolue et systématique ; gardons-nous d'attribuer à la nature nos distinctions et nos divisions, qui sont le plus souvent un peu artificielles et un peu arbitraires.

EXPLICATION DES PLANCHES.

INDICATIONS GÉNÉRALES.

Le but principal de ce travail est de prouver que, chez les fruits non adhérents, la croissance se fait par une couche génératrice située constamment entre le mésocarpe et le système épidermique interne.

Aussi la plupart de nos dessins comprennent-ils cette couche génératrice qui est indiquée partout par les lettres *C G*. Voyez figures 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 ; figures 11, 12, 13, 14, 15, 17, 27, 28. Les premières, depuis 2 jusqu'à 10, se rapportent à l'akène du *Rosier;* les quatre suivantes à l'akène de la *Clématite ;* la figure 15 au follicule de l'*Ancolie ;* la figure 17 à la gousse du *Robinia pseudo-Acacia ;* la figure 27 à l'*Amande*, et la figure 28 au fruit du *Marronnier d'Inde*.

PLANCHE 1-IV.

Rosa.

Fig. 1. Très-jeune akène de Rosier coupé transversalement : on y voit deux couches épidermiques désignées par les lettres *Ep. ext.* et *Ep. int.* Ces deux épidermes sont séparés par un mésophylle, *Més.*, qui s'en distingue à peine. Une section longitudinale montrerait que tous les éléments cellulaires ont à cet instant leurs grandes dimensions verticales et se cloisonnent horizontalement pour se multiplier.

Fig. 2. Section transversale d'un akène un peu plus avancé. On y voit les mêmes parties que dans la figure précédente et elles sont désignées par les mêmes lettres. *C G* indique en outre la couche génératrice qui sépare le mésophylle, *Més.*, du système épidermique interne, *Ep. int.*

Fig. 3. Section transversale d'un akène notablement plus âgé. On voit se dessiner le réseau fibro-vasculaire principal : il est formé de nervures longitudinales *N L* que l'on voit seulement en coupe transversale, et de nervures transversales *N* qui relient entre eux ces troncs principaux. Les nervures transversales sont vues de grandeur naturelle.

De plus, les cellules primitives du système épidermique interne se sont cloisonnées horizontalement. Les cellules filles ainsi formées se sont étendues dans le sens horizontal, de sorte que cet épiderme est formé d'éléments transversaux. Aux dépens de la couche génératrice, il s'est formé une deuxième rangée de cellules fibreuses qui ont passé par les mêmes états que les premières. Plus à l'intérieur, mais encore comprises dans la couche génératrice, se trouvent d'autres cellules qui, moins avancées, sont allongées dans le sens vertical. Elles se cloisonneront plus tard dans le sens horizontal.

Fig. 4. Portion d'un akène encore plus avancé dans lequel la charpente s'est enrichie de nervures rayonnantes ou perpendiculaires, *N P*, dirigées de l'extérieur du fruit vers l'intérieur. Quant au parenchyme, *Par.*, on voit que les éléments qui le constituent sont arrondis et réguliers vers l'extérieur du fruit, allongés selon l'épaisseur dans la portion qui correspond au tissu serré et où l'on voit les nervures rayonnantes. Dans la couche génératrice, *C G*, les éléments n'ont pas encore de direction bien déterminée. L'épiderme interne croît en épaisseur suivant le mécanisme déjà décrit. On remarque en outre que quelques-unes des cellules qui le constituent deviennent pointues par leurs extrémités et passent à la forme de fibres (section transversale).

Fig. 5. Fragment d'un akène adulte vu en section transversale. La couche génératrice y est beaucoup plus mince ; mais le système épidermique interne a beaucoup augmenté d'épaisseur. Il est nettement divisé en deux couches, *End. tr.* et *End. l.* Dans le premier système qui est plus intérieur, les fibres constituantes sont horizontales ; elles sont verticales dans la portion la plus extérieure, *End. l.*

Les nervures rayonnantes sont formées de fibres dont les plus extérieures, *f*, sont plus âgées, plus allongées et plus épaissies, tandis que les plus intérieures, *f'*, sont jeunes encore, courtes et plus minces. De même, le mésocarpe, *Més.*, est formé de cellules âgées et épaisses, *C E*, à la portion extérieure, jeunes et minces, *C M*, dans le voisinage de l'épiderme interne.

Fig. 6. Section d'une feuille pour montrer immédiatement sous l'épiderme supérieur le reste de la couche génératrice, *C G*.

Fig. 7. Coupe longitudinale d'un akène adulte; portion prise tout près du sommet. On y voit nettement les cellules du mésocarpe s'amincissant à mesure qu'on se rapproche de la couche génératrice. Le grossissement plus considérable que l'on a employé permet de constater que, dans cette couche génératrice, les éléments sont en voie de multiplication.

Fig. 8. Autre portion de la même coupe longitudinale, mais prise un peu plus bas. Les mêmes lettres y ont la même signification que dans la figure 5; en outre, *S E* représente la couche sous-épidermique qui existe sur certains points et manque sur d'autres.

Fig. 9. Dans cette portion de coupe transversale, on remarque les mêmes parties que dans les figures précédentes. En outre, on y voit que les fibres constituant les nervures, se raccourcissent et s'amincissent à mesure qu'elles se rapprochent de la couche génératrice, f et f_1, f' et f_1'. De plus, les nervures formées par les séries f', f; f_1',f_1, sont séparées par du parenchyme, *Par.*, dont l'épaisseur va en augmentant de l'intérieur à l'extérieur. Ces nervures, qui se touchent à la couche génératrice, se trouveront séparées par une distance assez grande aux points où elles rejoindront le réseau principal.

Fig. 10. Deux fibres nervales *fn*, *fn*, séparées par des cellules ordinaires, *Ce*, dont quelques-unes s'allongent pour constituer par la suite d'autres fibres nervales.

Clematis.

Fig. 11. Portion d'une section transversale. — *Ep. ext.*, épiderme extérieur doublé de plusieurs rangées de cellules sous-épidermiques, *S E*. — *C G*, couche génératrice atrophiée par suite des pressions. — *End.*, endocarpe réduit à une seule rangée de fibres longitudinales. — *Més.*, mésocarpe qui n'a pu se développer qu'à la nervure dorsale. En ce point la couche génératrice n'a pas été atrophée.

Fig. 12. Section dans la région ventrale d'un akène un peu plus avancé. Les mêmes lettres ont la même signification qu'à la figure 11. On voit que le mésocarpe diminue d'épaisseur à mesure que l'on s'éloigne de la suture ventrale. Un peu plus loin sur les parois latérales, le sous-épiderme, *S E*, et l'endocarpe, *End*, se rejoindraient séparés seulement par des vestiges de la zone génératrice.

Fig. 13 et 14. Portion d'une coupe longitudinale d'un même akène non encore adulte. Les mêmes lettres désignent les mêmes parties que dans les figures 11 et 12. On remarque en outre que, dans la figure 13, empruntée au sommet du fruit, le mésocarpe a pu prendre naissance et qu'il n'en est pas encore de même dans la figure 14 prise à la partie inférieure. Mais l'épaisseur de la zone génératrice, en ce point, montre que le développement ultérieur du fruit y amènera la formation d'un mésocarpe.

Pæonia.

Fig. 15. Portion d'une section longitudinale dans un follicule encore jeune de Pivoine. On y remarquera le faible développement de la partie extérieure du méso-

carpe. Le tissu serré forme presque toute l'épaisseur du fruit. La portion extérieure s'épaissira seule ; quant à la portion la plus interne, les cellules qui la constituent grandiront beaucoup, comme s'il s'agissait de former un tissu pulpeux ; mais les vésicules qui y naîtront ne se gorgeront pas de sucs, en sorte que cette portion du fruit sera molle et spongieuse ; elle présentera la couleur mate de la moelle. C'est un tissu charnu frappé d'un arrêt de développement.

Fig. 16. Deux cellules de cette portion interne du fruit avec des vésicules dans leur intérieur.

Robinia.

Fig. 17. Portion interne d'une gousse. On y voit l'endocarpe composé de plusieurs rangées de fibres et la couche génératrice, *C G*, dont la portion intérieure donne, selon le mécanisme décrit pour le Rosier, de nouvelles fibres à l'endocarpe, tandis que l'extérieure se relie au mésophylle (section transversale).

Phaseolus.

Fig. 18. Endocarpe, vu sur une section longitudinale alors qu'il est encore très-jeune. Les cellules qui le constituent s'allongent transversalement et se cloisonnent verticalement. Trop minces pour mériter le nom de fibres, ces éléments rappellent pourtant les fibres par leur disposition, leur longueur et leur mode de formation.

Fig. 19. Portion du même fruit située immédiatement en dehors de la couche génératrice, en des points où les graines n'existent pas. Les cellules primitives se sont allongées verticalement et cloisonnées horizontalement. Il en résulte une série d'éléments disposés comme ceux du tissu serré et donnant naissance aux cloisons transversales qui, dans certaines gousses, séparent les graines. Dans le Haricot, cette portion subira l'arrêt de développement que nous avons indiqué pour la portion correspondante de la Pivoine.

Fig. 20, 21 et 22. Cellules mères en train de se multiplier par cloisonnement. Dans la figure 22 et la figure 23, quelques-uns des éléments, provenant de cette division, sont très-allongés ; même dans la figure 22, ces parties allongées sont disposées en série linéaire. C'est le commencement d'une fibre nervale.

Prunus.

Fig. 23. Coupe longitudinale d'un noyau montrant l'endocarpe transversal, *End. tr.*; l'endocarpe longitudinal, *End. l.*, et le noyau proprement dit, *N*, formé, comme on le sait, de petites cellules polyédriques et épaisses. Cette section montre clairement que les cellules, *N'*, les plus extérieures, les plus voisines de la chair sont en même temps les plus jeunes. Il reste même au point *A* une des cellules primitives en train de se diviser.

Fig. 24. Tissu de la Prune en train de devenir charnu. Les éléments constituants sont de petites cellules polyédriques, *Cel. pol.*, au milieu desquelles quelques-unes, *Cel. ar.*, sont en train de s'aggrandir et de prendre la forme arrondie.

Fig. 25. Dans cette figure, les cellules arrondies et agrandies produisent des vésicules, *vés.*, à leur intérieur. Ce travail se fait en général de l'extérieur du fruit à l'intérieur [illegible] direction primitive.

sauf l'*Ascobolus papillatus* de Wallroth, et une espèce nouvelle de Berkeley, l'*Ascobolus vinosus.*

En 1851, Preuss fit connaître encore deux espèces, les *Ascobolus miniatus* et *sphæricus*, et tel était l'état de ce genre, lorsque MM. Crouan frères firent paraître en 1857 et 1858, dans les *Annales des sciences naturelles*, leurs *Notes sur quelques Ascoboles nouveaux.* Ces mémoires, importants pour le genre, firent connaître quatorze espèces nouvelles : les *Ascobolus albidus, cinereus, sexdecimsporus, Pelletieri, macrosporus, Brassicæ, Crec'hqueraultii, granuliformis, pulcherrimus, insignis, microscopicus, coccineus, Kerverni* et *miniatus.* Mais c'est moins par le nombre des espèces nouvelles et plusieurs observations remarquables que ces mémoires se recommandent, que par une découverte importante, la déhiscence de la thèque par un opercule terminal.

C'est la première fois que ce phénomène est indiqué et décrit, quoique pressenti déjà par le docteur Léveillé (1). Seulement ce caractère ne peut être attribué exclusivement au genre *Ascobolus,* comme on le verra plus loin.

Toutefois, la découverte de MM. Crouan donna une impulsion très-grande au genre. Tous les mycologistes voulurent observer l'opercule, et la belle couleur des spores d'un grand nombre d'espèces entretint cet attrait.

M. Cœmans publia en 1862 un mémoire très-intéressant sur les Ascoboles de la Belgique (2), mais sans publier d'espèces nouvelles. Currey, en 1863, fit connaître l'*Ascobolus viridis* (3), et de Notaris les *Ascobolus immarginatus, Daldinianus* et *gigasporus* (4). Cooke, l'année suivante, donna les espèces rencontrées en Angleterre, et décrivit les *Ascobolus argenteus* et *saccharinus* de Currey. Enfin MM. Crouan (5), dans leur *Florule du Finistère,* ajoutent encore cinq espèces nouvelles : les *Ascobolus*

(1) Léveillé, *Dict. d'hist. nat.* de D'Orbigny, t. IX, p. 688.

(2) Cœmans, *Spicilege mycolog.*, n° 1, 1862, et *Bull. Soc. bot. Belg.*, 1862.

(3) Currey, *Linn. Trans.*, t. XXIV, p. 154.

(4) De Notaris, *Al profilo dei Discomicet. Comm. del. Soc. critt. Ital.*, 1863, p. 360.

(5) Crouan, *Florule du Finistère*, p. 55 et suiv.

MÉMOIRE SUR LES ASCOBOLÉS,

Par M. É. BOUDIER.

I

Persoon, en créant le genre *Ascobolus* (1), eut principalement la pensée de séparer des Pézizes celles qui offraient des thèques proéminentes et colorées, comme le prouvent ses divers ouvrages (2). Cette pensée était dominante chez lui, puisque, après avoir décrit, dans son *Synopsis fungorum* (3), l'*Ascobolus carneus*, sans indiquer la couleur des spores, il accepte dans sa *Mycologia europæa* la phrase du *Conspectus fungorum* d'Albertini et Schweinitz (4), qui donne à cette espèce des thèques colorées, sans doute par confusion avec une espèce voisine de l'*A. Kerverni* de MM. Crouan.

Créé d'abord pour trois espèces, les *Ascobolus furfuraceus*, *immersus*, *glaber*, auxquelles plus tard Persoon ajouta le *carneus*, ce genre s'augmenta successivement du *lignatilis* d'Alb. et Schw., du *trifolii* de Bivona, espèce certainement étrangère à ce genre ; du *ciliatus* de Schmidt, puis des *Ascobolus denudatus*, *ærugineus* et *pilosus* de Fries, qui y fit entrer aussi l'*Octospora porphyrospora* d'Hedwig. Onze espèces se trouvent ainsi décrites dans le *Systema mycologicum* du savant cryptogamiste suédois (5).

Pendant longtemps, ce genre resta stationnaire, bien que plusieurs auteurs eussent tenté d'y faire entrer d'autres espèces déjà connues. Ces additions ne furent généralement pas adoptées,

(1) Persoon, *Tent. Disp. meth. fung.*, p. 35, 1797.
(2) *Observ. myc.*, I, p. 33, et *Mycol. Europ.*, I, p. 340.
(3) *Syn. fung.*, p. 676.
(4) Albertini et Schweinitz, *Consp. fung.*, p. 348.
(5) Fries, *Syst. myc.*, II, p. 161 et suiv.

sauf l'*Ascobolus papillatus* de Wallroth, et une espèce nouvelle de Berkeley, l'*Ascobolus vinosus.*

En 1851, Preuss fit connaître encore deux espèces, les *Ascobolus miniatus* et *sphæricus*, et tel était l'état de ce genre, lorsque MM. Crouan frères firent paraître en 1857 et 1858, dans les *Annales des sciences naturelles*, leurs *Notes sur quelques Ascoboles nouveaux.* Ces mémoires, importants pour le genre, firent connaître quatorze espèces nouvelles : les *Ascobolus albidus*, *cinereus*, *sexdecimsporus*, *Pelletieri*, *macrosporus*, *Brassicæ*, *Crec'hqueraultii*, *granuliformis*, *pulcherrimus*, *insignis*, *microscopicus*, *coccineus*, *Kerverni* et *miniatus*. Mais c'est moins par le nombre des espèces nouvelles et plusieurs observations remarquables que ces mémoires se recommandent, que par une découverte importante, la déhiscence de la thèque par un opercule terminal.

C'est la première fois que ce phénomène est indiqué et décrit, quoique pressenti déjà par le docteur Léveillé (1). Seulement ce caractère ne peut être attribué exclusivement au genre *Ascobolus*, comme on le verra plus loin.

Toutefois, la découverte de MM. Crouan donna une impulsion très-grande au genre. Tous les mycologistes voulurent observer l'opercule, et la belle couleur des spores d'un grand nombre d'espèces entretint cet attrait.

M. Cœmans publia en 1862 un mémoire très-intéressant sur les Ascoboles de la Belgique (2), mais sans publier d'espèces nouvelles. Currey, en 1863, fit connaître l'*Ascobolus viridis* (3), et de Notaris les *Ascobolus immarginatus*, *Daldinianus* et *gigasporus* (4). Cooke, l'année suivante, donna les espèces rencontrées en Angleterre, et décrivit les *Ascobolus argenteus* et *saccharinus* de Currey. Enfin MM. Crouan (5), dans leur *Florule du Finistère,* ajoutent encore cinq espèces nouvelles : les *Ascobolus*

(1) Léveillé, *Dict. d'hist. nat.* de D'Orbigny, t. IX, p. 688.

(2) Cœmans, *Spicilege mycolog.*, n° 1, 1862, et *Bull. Soc. bot. Belg.*, 1862.

(3) Currey, *Linn. Trans.*, t. XXIV, p. 154.

(4) De Notaris, *Al profilo dei Discomicet. Comm. del. Soc. critt. Ital.*, 1863, p. 360.

(5) Crouan, *Florule du Finistère*, p. 55 et suiv.

Cookei, *Persoonii*, *Guernisaci*, *Leveillei* et *ochraceus*, portant ainsi à quarante et un le nombre des espèces européennes seulement, et à quarante-trois si l'on y comprend les espèces étrangères : l'*Ascobolus conglomeratus* Schw. (1), et l'*A. cubensis* décrit récemment par M. Berkeley (2), tous deux d'Amérique (3).

Il est facile de voir par l'étude qu'il y a quelquefois double emploi, et que toutes les espèces n'ont pas cette homogénéité qu'on doit trouver dans un genre bien établi. Créé pour les espèces à thèques saillantes et colorées (par les spores évidemment), les divers auteurs n'ont pas tardé à y faire entrer des Discomycètes à thèques exsertes, il est vrai, mais à spores incolores, et se rapprochant des Pézizes ; puis, le caractère de l'opercule aidant, de vraies Pézizes. Il en est résulté une agglomération d'espèces hétérogènes, d'où il m'a semblé opportun de dégager les vrais Ascoboles, de grouper les espèces intermédiaires avec les Pézizes, et d'éliminer celles qui me semblent devoir rentrer dans les autres sections de ce dernier groupe.

C'est cette pensée qui m'a fait entreprendre ce petit travail, qui m'a été facilité par la bienveillance du docteur Léveillé, que je tiens à remercier ici, car il a mis à ma disposition, outre son vaste savoir, sa collection et sa riche bibliothèque. J'ai pu y puiser bien des renseignements, qui m'ont permis de rendre mon mémoire plus complet.

J'ai cru devoir le faire précéder de l'histoire anatomique des Ascobolés, parce qu'elle m'a semblé nécessaire pour arriver à la connaissance exacte de ces petits Champignons. On y trouvera, je l'espère, des observations nouvelles qui en faciliteront l'étude.

(1) Schweinitz, *Syn. of North. Americ. Fung.*, p. 178.

(2) Berkeley, *Journ. of the Linn. Trans.*, t. X, p. 370.

(3) Les premières pages de ce travail étaient à l'impression lorsque j'ai pu me procurer le mémoire de M. W. Nylander, *Observationes circa Pezizas Fenniæ*, dans lequel ce savant décrit plusieurs Ascoboles dont je n'avais pu avoir connaissance, ce sont les *Asc. rufopallidus*, *Lapponicus* et *difformis*, tous trois de M. Karsten. Le nombre des espèces décrites dans les auteurs est donc de quarante-six.

II

Les Ascoboles se composent d'espèces dont les plus grandes sont déjà de petite taille, et les moindres atteignent les plus petites dimensions connues dans les Discomycètes. Ils doivent former, à mon avis, en raison de leurs caractères généraux, une petite section naturelle dans les Pézizes, à laquelle je donne le nom d'*Ascobolés*. Ce sont de petits Champignons qui se rencontrent fréquemment pendant la plus grande partie de l'année. Ils supportent assez bien les grands froids de l'hiver, quoique les grandes espèces du groupe n'y résistent pas. On les trouve en plus grand nombre par un temps doux et humide ; par conséquent, l'automne et le premier printemps sont les saisons les plus favorables pour les rencontrer.

Presque toutes les espèces sont stercoraires; très-peu sont fimicoles, épixyles, terrestres ou carbonicoles, et encore il n'est pas prouvé que celles qui se trouvent dans les trois dernières conditions ne se propagent dans des endroits qui n'auraient pas reçu quelques déjections animales.

Parmi les espèces stercoraires, la plupart affectionnent celles de tel ou tel animal, principalement des Herbivores ; mais elles ne paraissent cependant pas exclusives, car on les rencontre indifféremment, quoique plus rarement, sur celles des autres animaux. Ordinairement en petits groupes, les espèces apparaissent quelquefois éparses, et d'autres fois réunies en nombre si considérable et si serrées, qu'elles recouvrent complétement les matières sur lesquelles elles croissent, comme cela arrive fréquemment pour les espèces d'un petit genre que je désigne sous le nom de *Ryparobius*.

Presque toutes sont européennes ; quelques-unes de ces dernières ont été indiquées dans d'autres parties du monde, deux seulement sont d'Amérique ; mais il n'est pas douteux pour moi qu'en dehors de l'Europe, bon nombre d'espèces ne soient trouvées quand on se donnera la peine de les chercher.

III

Les Ascobolés se présentent d'abord sous la forme d'un petit globule arrondi visible seulement à la loupe, et presque entièrement celluleux (pl. 6, VI, fig. 1). Ce petit globule, premier rudiment du réceptacle, ne tarde pas à s'accroître, tout en conservant sa forme arrondie jusqu'au développement des thèques. C'est alors que, sous l'influence de la croissance rapide de ces organes, il ne tarde pas à montrer à son sommet une légère déchirure de la membrane externe, qui devient une dépression plus marquée dans les espèces marginées.

Le réceptacle se trouve ainsi formé ; il s'accroît assez vite, devient plane, puis convexe, et plus ou moins ondulé sur les bords si sa taille est un peu grande. Sa durée est assez variable, la température influant sur lui d'une manière remarquable ; j'ai pu observer qu'elle variait de huit jours à un mois. La chaleur humide est la saison la plus favorable à son développement.

Fixé aux endroits sur lesquels il croît par des filaments mycéliens plus ou moins abondants, ordinairement incolores, cloisonnés et rameux (voy. pl. 5, II, fig. 2, 3, 4, 5 *et passim*), le réceptacle quelquefois cupuliforme, très-rarement stipité, mais beaucoup plus fréquemment hémisphérique ou convexe, se compose, comme dans les Pézizes, du réceptacle proprement dit et de l'hymenium.

Réceptacle. — Il est facile de voir dans la coupe d'un Ascobolé (pl. 6, VI, fig. 4) que le réceptacle proprement dit comprend trois parties distinctes, quoique se confondant intimement entre elles ; ce sont :

1° Le *tissu sous-hyménial* composé de cellules petites et très-serrées, formant une couche généralement plus colorée et plus dense, dont les cellules supérieures donnent naissance aux thèques et aux paraphyses.

2° Le *parenchyme propre*, situé au-dessous du précédent, et formé généralement de filaments entrelacés composés de grosses cellules oblongues ou arrondies. Cette partie, bien

distincte de la précédente par sa nature plus lâche, s'y relie insensiblement, de même qu'à la suivante, par des cellules intermédiaires.

3° La *membrane externe* qui enveloppe le parenchyme et limite l'hymenium, qu'elle dépasse souvent sous forme de marge ou de collerette.

Cette membrane (pl. 7, XVI, fig. 9, et pl. 12, XLI, fig. 6, et XLIV, fig. 11) est bien différente des tissus précédents par ses cellules souvent polyédriques, quelquefois transverses, soudées entre elles, ce qui fait qu'elle peut être quelquefois séparable. Elle est tantôt nue quand le réceptacle est glabre, tantôt avec des appendices, granules furfuracés ou poils.

Les granules furfuracés (pl. 5, II, fig. 15) sont généralement formés d'une petite réunion de grosses cellules arrondies, dont les plus extérieures sont souvent courtement et obtusément apiculées.

Les poils (pl. 8, XVII, fig. 14, et pl. 12, XLI, fig. 6, XVIV, fig. 10) sont, au contraire, allongés, assez roides, continus ou cloisonnés.

Hymenium. — L'hymenium est certainement la partie la plus importante, d'abord parce qu'il forme souvent dans ce groupe la plus grande portion du réceptacle, mais aussi parce que c'est lui qui offre les caractères les plus importants pour la limitation des genres et des espèces. Il comprend deux et quelquefois trois parties distinctes : 1° les paraphyses ; 2° les thèques : ces deux organes existent toujours, quoique les premières soient quelquefois si rares, qu'elles paraissent manquer ; 3° une substance mucilagineuse, dans laquelle sont plongés les deux organes précédents. Cette substance, nommée *gélin* par MM. Crouan, paraît manquer dans quelques espèces, ou au moins n'est pas visible.

Paraphyses. — Les paraphyses qui se forment dès les premiers commencements du réceptacle, alors qu'il est encore réduit à un point peu visible, sont d'abord très-courtes, mais ne tardent pas à s'allonger et à prendre presque tout leur développement avant l'apparition des premières thèques, qu'elles

précèdent toujours dans la période de développement. Dans les Ascobolés, elles sont toujours cloisonnées, souvent rameuses. Quelquefois très-grêles et beaucoup plus longues que les thèques, surtout quand elles sont plongées dans du gélin (pl. 5, 6 et 7), elles sont aussi souvent de leur taille, et plus ou moins épaissies à leur sommet (pl. 8, 9, 10, 11 et 12). Presque toujours, elles renferment dans leur intérieur des granules oléagineux, incolores, ou diversement colorés, le plus souvent libres, mais se réunissant quelquefois. Les paraphyses semblent alors contenir un liquide huileux renfermant un assez grand nombre de vacuoles.

Leur rôle dans les Ascobolés est encore dans l'obscurité, comme chez les Pézizes. Cependant, comme il m'a semblé plusieurs fois, en soumettant des portions du réceptacle à un grossissement de 100 à 150 diamètres, mais à l'air libre et sans les recouvrir d'une lame de verre, voir dans ces organes un mouvement de torsion, dû certainement à des alternatives de sécheresse et d'humidité; je me suis demandé si leur rôle ne serait pas celui d'organes excitateurs pour la déhiscence des thèques, par la pression, si légère qu'elle soit, qu'elles leur font éprouver sous ces alternatives? Ce qui semblerait donner un certain poids à cette idée, c'est que, comme tous les mycologistes ont pu le remarquer, la sécheresse brusque est une cause puissante de l'émission des spores.

Gélin. — Presque en même temps que les paraphyses, et antérieurement à la formation des thèques, se forme le gélin. Cette substance se présente sous l'apparence d'un mucilage incolore ou coloré en jaune plus ou moins citrin, qui enveloppe les thèques et les paraphyses, et recouvre ainsi l'hymenium d'une couche luisante. Ce gélin diffère de celui que l'on rencontre quelquefois dans les Pézizes en ce qu'il est homogène et transparent, sans contenir de ces granulations si fréquentes et si nombreuses chez ces Discomycètes. Bien que les fonctions de cette substance mucilagineuse ne soient pas entièrement connues, il est certain qu'elle doit faciliter puissamment la sortie des thèques.

Thèques. — Ces organes se présentent d'abord à la base des

paraphyses sous forme de cellules oblongues, pleines d'un protoplasma incolore (pl. 6, VI, fig. 6, 7, 8 et 9). Par une croissance très-rapide, elles atteignent une taille et une ampleur souvent remarquables. Le protoplasma disparaît petit à petit, refoulé ou absorbé par des espaces mucilagineux (pl. 6, VI, fig. 7 et 8), au milieu desquels se forment les spores, dont le premier indice est toujours le nucléus central. Le mucilage lui-même disparaît en partie, et les thèques atteignant leur maturité deviennent admirables de netteté, tout en contenant leurs spores réunies en groupes réguliers à leur extrémité, et prêtes à être lancées, lorsque la pression que les thèques subissent, et plutôt la tension que leur fait éprouver le liquide qui les remplit, sont assez fortes pour vaincre la déhiscence.

Mais auparavant, avant même qu'elles aient pris leur accroissement complet, elles se détachent du tissu sous-hyménial sous la pression que la pousse des jeunes fait subir à leurs aînées. Cette pression, vu leur forme généralement atténuée à la base, s'opère de bas en haut, et le gélin aidant, les force à monter et à s'élever au-dessus de la surface du disque (pl. 6, VI, fig. 4), souvent jusqu'à près des deux tiers de leur longueur.

Ce phénomène commence souvent le soir, et, comme l'a fort bien remarqué M. Cœmans, se continue la nuit et toute la matinée. Il atteint son apogée de midi à deux heures, et c'est alors que le moindre souffle, le moindre choc, souvent même une simple translation dans un lieu plus éclairé, suffit pour amener la déhiscence, qui est généralement suivie d'un mouvement de contraction du réceptacle peu sensible, mais déjà indiqué par le savant cryptogamiste belge, et que j'ai remarqué aussi plusieurs fois, surtout dans l'*A. immersus.* Tous les jours, les mêmes faits se reproduisent jusqu'à ce que l'évolution des thèques soit arrivée à son dernier degré.

La lumière a une action marquée sur ces organes. Tous ont une tendance à se diriger vers elle, en même temps qu'à prendre une direction verticale, et ces deux causes expliquent parfaitement la courbure souvent très-prononcée qu'ils présentent quand le réceptable a une inclinaison quelconque. On voit fré-

quemment, en effet, sur les cupules placées de côté, les thèques proéminentes se replier sur l'hymenium, de manière à prendre leur direction naturelle.

La saillie des thèques, si visible dans les Ascobolés et surtout dans le groupe des vrais Ascoboles, est un phénomène analogue à la chute des fruits chez les Phanérogames, quoiqu'il se fasse d'une manière tout à fait opposée. En effet, tandis que dans ceux-ci, c'est la pesanteur qui rompt le peu de cohésion que présentent les fibres du point d'attache lorsque le fruit est mûr, dans les thèques des Ascobolés, véritables fruits pour ces petits champignons, c'est la pression des jeunes sur leurs aînées qui le détruit lorsque le degré de maturité l'a suffisamment amoindrie.

On remarque, en effet, dans un réceptacle une succession manifeste dans la maturation des thèques. D'abord quelques rares points saillants apparaissent sur le disque ; le lendemain, ils sont plus nombreux, et le deviennent de plus en plus les jours suivants, au point de rendre le disque presque entièrement couvert de points élevés noirs ou cristallins suivant la couleur des spores. On les voit alors diminuer de jour en jour, jusqu'à ce que l'évolution étant épuisée, le disque, le plus souvent bruni et déformé, ne montre plus que quelques rares thèques exsertes, derniers efforts de la végétation.

Cette évolution successive est bien visible chez les Ascobolés comme chez beaucoup de Pézizes, en soumettant sous le microscope une parcelle de l'hymenium à une légère pression. On la voit se désagréger en petits faisceaux distincts contenant des paraphyses et des thèques ; et si l'on examine avec attention, on trouve ces dernières (pl. 6, VI, fig. 11) à tous les degrés de maturité, et comparables en cela à certaines inflorescences dans les végétaux supérieurs.

La thèque, séparée du tissu sous-hymenial, est à maturité, et cependant elle semble encore prendre de l'extension, puisque toutes celles que l'on trouve encore attachées avec leurs spores mûres (ce qu'il est facile de voir dans les espèces à spores colorées) sont plus petites que celles qui sont saillantes, prises peu de

temps avant l'émission des spores. Cet accroissement qui a lieu évidemment pendant la propulsion des thèques, doit avoir pour cause un effet d'endosmose, auquel se prête parfaitement l'élasticité naturelle de leur paroi qui se distend par l'accumulation du liquide. C'est même là une des principales causes de la déhiscence, puisque l'accumulation des liquides peut se continuer jusqu'à ce que la cohésion de l'opercule soit rompue par son seul effet, sans même qu'aucune des causes qui peuvent le produire y ait contribué.

Quant à l'élasticité, elle me paraît certaine, parce qu'il m'est arrivé souvent, dessinant à la chambre claire une thèque arrivée à son dernier développement, de la voir lancer ses spores, et de constater un brusque et considérable mouvement de retrait, puis la thèque revient immédiatement vers ses anciennes limites, mais en restant toujours avec une réduction du quart ou du cinquième (pl. 11, XXXIV, fig. 4).

Ces derniers phénomènes sont un fait important, car ils expliquent parfaitement la projection des spores dont on ne s'était pas encore bien rendu compte. Elle a donc pour cause l'élasticité de la thèque qui se trouve soumise à deux phases particulières : 1° Tension par l'accumulation du liquide jusqu'à rupture de l'opercule ; 2° brusque mouvement de retrait après la déhiscence et alors projection du contenu de l'organe.

Les spores ne sont pas lancées seules, mais bien avec le liquide qui les accompagne, comme le prouvent les nombreuses gouttelettes que l'on récolte si on les reçoit sur une plaque de verre. Elle est instantanée pour toutes les spores d'une thèque, souvent même pour tous ces organes mûrs d'un réceptacle. J'ai vu maintes fois, comme M. Fries et d'autres observateurs, la déhiscence être simultanée sur des hymeniums entièrement noircis par l'abondance des thèques à maturité, et le disque rester avec sa couleur jaune habituelle, sitôt que je l'avais touché ou qu'un souffle ou un choc avait produit le même effet.

La déhiscence de la thèque, phénomène naturel à tous les Champignons thécasporés, est très-visible dans les Ascobolés, et MM. Crouan, comme je l'ai déjà dit, l'ont fort bien décrite. Elle

s'opère par le soulèvement brusque d'un opercule qui en occupe l'extrême sommet. Cet opercule, peu visible avant la sortie des spores, n'est indiqué dans les cas les plus apparents que par une ligne circulaire très-légère (pl. 9, XXII, fig. 4, XXIV, fig. 5 et pl. 10, XXXI, fig. 8). Cette ligne paraît même n'être souvent que le commencement de la rupture, car en observant les thèques à leur plus grande maturité et encore closes, on voit quelquefois à leur extrémité, en suivant l'épaisseur de leur paroi, une petite échancrure au côté interne qui coïncide avec la ligne circulaire. Cette petite échancrure est d'autant plus visible que la thèque est plus près de sa déhiscence. Je l'ai très-bien vue dans l'*Asc. granuliformis* (pl. 10, XXXI, fig. 9). A un moment donné la rupture a lieu, et l'opercule subitement ouvert est quelquefois emporté avec le contenu de la thèque; mais le plus souvent il est rejeté en arrière, où on le retrouve presque toujours sous forme d'une petite membrane arrondie ou triangulaire, souvent mamelonnée au centre (pl. 5 à 12, *passim*).

On voit facilement cet opercule à l'aide d'un grossissement de 200 à 300 diamètres. Il est rendu plus distinct encore si l'on fait réagir sur lui la teinture d'iode qui, colorant ces frêles membranes en jaune brunâtre et souvent, comme l'a vu aussi M. Cœmans, en rose ou en bleu violacé, les fait apparaître plus clairement.

Le petit mamelon que l'on observe quelquefois au centre, tient à une petite dépression annulaire qui existe au sommet de la thèque dans plusieurs espèces, et la fait paraître bisinuée à l'extrémité (pl. 5, 6 et 7). Le plus souvent, l'opercule, bombé avant la rupture, est après elle presque plan et plutôt courbé en dehors que convexe (pl. 10, 11 et 12). Les figures de MM. Crouan les représentent en général avec une convexité trop marquée que l'on ne rencontre que dans peu d'espèces du groupe.

Dans les dernières espèces de mon genre *Ascophanus* qui relient les Ascobolés aux *Humaria*, l'opercule est rarement rejeté en arrière; presque toujours on le trouve refermé en partie et la thèque reste seulement entr'ouverte (pl. 12, XLI, fig. 4, XLIV, fig 7); certaines Pézizes offrent aussi ce fait.

J'ai dit plus haut que le caractère de l'opercule n'était pas suffisant pour limiter le genre *Ascobolus*. Les espèces de ce groupe ne sont pas, en effet, les seuls Discomycètes qui le possèdent. Je l'ai découvert facilement dans les genres *Morchella*, *Helvella*, *Verpa*, et dans un grand nombre de Pézizes des sections *Aleuria*, *Lachnea* et surtout dans le groupe des *Humaria* et *Sarcoscypha*, si voisins des Ascoboles. Il est essentiel de savoir cependant que toutes les espèces thécasporées n'ont pas une déhiscence identique. J'ai remarqué que dans un certain nombre de Pézizes voisines des *Helotium*, les *Helotium* eux-mêmes, les genres *Geoglossum*, *Leotia*, *Mitrula*, le *Bulgaria sarcoides*, elle avait lieu par une fente simple ou dentée, mais sans opercule distinct. Cette différence, souvent assez difficile à constater, mais que l'iode facilite, comme je l'ai dit, pourra être d'un grand secours dans la limitation des genres du groupe des Pézizes, mais n'est pas suffisante pour caractériser les Ascobolés. J'ai dû y joindre d'autres caractères génériques tirés aussi des organes de la fructification.

Spores. — Ces petits organes, souvent remarquables ici par leur élégance, ne commencent à se montrer que lorsque la thèque a déjà acquis un certain développement. Nous avons vu qu'à une certaine époque le protoplasma disparaissait graduellement absorbé ou refoulé par une matière mucilagineuse au sein de laquelle se formait un petit nucléus. C'est là le premier rudiment de la première spore. Le contour s'en dessine bientôt au sein de cette substance particulière qui augmente de plus en plus, envahit la thèque, absorbant et refoulant toujours sur ses parois le protoplasma qui n'apparaît bientôt plus que comme un léger liquide huileux (pl. 6, VI, fig. 9). Les autres spores se forment successivement dans le même milieu, et l'on voit alors cette substance se séparer en autant de sections qu'il y a de spores, de sorte que chacune de ces dernières se trouve au milieu ou sur les bords d'une de ces divisions bientôt séparées les unes des autres. (pl. 6, VI, fig. 10).

Chaque spore, dès ce moment, semble vivre par elle-même. Toutes ont un nucléus peu visible et sont souvent légèrement granuleuses intérieurement (pl. 8, XVII, fig. 9 et pl. 9, XXII,

fig. 6). Ce nucléus, bien distinct quoique peu apparent, est bien différent des guttules oléagineuses dites sporidioles, si fréquentes chez les Discomycètes. Les spores sont alors un peu moins grosses qu'à leur maturité, et remplissent, entourées comme elles le sont de leur mucilage, presque toute la thèque qui, du reste, n'a pas encore pris tout son accroissement.

A partir de cette période d'évolution, les restes du protoplasma disparaissent vite; les spores perdent leurs granulations nébuleuses tout en conservant leur nucléus, leurs parois sont bien visibles, et elles commencent, chez les vrais Ascobolés, à prendre une couleur rosée, premier symptôme de leur maturation.

Cette couleur se manifeste rapidement, s'accumule exclusivement sur l'épispore qui devient d'un rose foncé, puis violet, enfin d'un bleu violet quelquefois si foncé qu'il paraît noir.

La coloration des spores n'est cependant pas si constante qu'elle ne subisse des modifications. Chez quelques espèces, elle passe du rose vineux au gris, puis au noir, ou du rose-violet au brun. Cette dernière couleur est même celle de toutes les spores après quelque temps de dessiccation, ou bien quand, pour une cause ou pour une autre, elles séjournent longtemps dans la cupule, comme cela se rencontre souvent. L'ébullition produit aussi le même résultat, toutes deviennent immédiatement brunes.

L'épispore, ainsi imprégné de cette espèce de pigmentum, n'a plus la même ténacité; il est devenu de consistance céracée, comme on peut le voir facilement en roulant des spores entre deux plaques de verre sous une légère pression (pl. 6, VI, fig. 22). On voit l'épispore se détacher sous forme de granulations violettes et non sous forme de membrane. La spore se montre alors libre, incolore ou seulement avec une légère teinte violette s'il en reste quelque peu. C'est à cette consistance particulière que sont dues les gerçures si fréquentes dans les Ascobolés à spores colorées, et qui paraissent souvent dès le commencement de la coloration, quelquefois même avant.

Ces gerçures remarquables (pl. 5, 6, 7 et 8), qui au premier abord semblent être des veines saillantes et qui ont toujours été

prises pour telles (1), sont de véritables fissures dues au retrait de l'épispore. Non-seulement la position des ombres l'indique, mais on peut en avoir une certitude plus positive en examinant le contour de la spore avec un bon microscope. On voit des échancrures dans les endroits où l'on est assez heureux d'avoir la fente perpendiculaire au plan de vision. Cette observation assez difficile à saisir l'est beaucoup moins quand on étudie les spores hypertrophiées dont je parlerai plus loin.

Généralement longitudinales, ces fissures sont souvent anastomosées et fort sujettes à varier, comme on peut le penser, aussi ne peut-on guère compter sur elles pour la limitation des espèces. On les trouve tantôt, et c'est le cas le plus fréquent, parallèles et au nombre 3 à 5 parcourant chaque côté de la spore en s'anastomosant une ou deux fois, tantôt très-nombreuses et comme vermiculées, comme on le remarque assez fréquemment dans l'*A. glaber* Pers. (pl. 7, XIII, fig. 9); tantôt encore elles sont très-rares ou même font défaut complétement, comme on le constate souvent sur l'*Asc. immersus*. Deux espèces seulement, parmi celles qui rentrent dans les Ascobolés vrais, les ont verruqueuses, comme on peut le voir dans l'*Asc. viridis* Currey. Mais, je le répète, on ne peut compter que très-médiocrement sur ces caractères, puisque l'on rencontre quelquefois dans la même thèque plusieurs de ces formes réunies ; en effet, l'*Asc. glaber* m'a présenté assez souvent réunies la forme habituelle aux formes lisse et vermiculée. L'état hygrométrique ne m'a pas paru la cause unique de l'état plus ou moins fendillé des spores; cependant j'ai cru remarquer que la forme lisse se rencontrait plus fréquemment quand le réceptacle était saturé d'humidité.

Il faut dire aussi que ces organes se prêtent considérablement à modifier les fissures, par exemple dans le cas d'accroissement anormal.

Cet accroissement déjà remarqué en premier lieu par M. Cœ-

(1) M. Nylander, dans son mémoire (*Obs. circ. Pez. Fenn.*), indique cependant ce caractère, mais d'une manière assez vague, puisque (p. 83 et 84) il se sert tantôt des expressions *longitudinaliter-striatulus* ou *reticulatim pallido-insculptus*, et tantôt de celles de *costato-rugulosus* ou de *costulæ longitudinales*. Ces expressions m'ont semblé pouvoir jeter du doute dans l'esprit de l'observateur.

mans, dans l'*Asc. immersus*, peut être considéré comme une hypertrophie. Il est assez fréquent. Je ne pense pas qu'on puisse l'attribuer au phénomène de la germination, car le plus grand nombre de ces organes que j'ai vus germer ne le présentaient pas. Quoi qu'il en soit, on rencontre souvent dans les réceptacles de ces spores hypertrophiées, c'est-à-dire trois à quatre fois plus grosses que dans l'état normal, tantôt isolées, tantôt encore renfermées dans leurs thèques.

On conçoit aisément qu'un pareil développement amène des gerçures plus nombreuses sur l'épispore, c'est aussi ce qui a lieu. Ces spores, qui ont presque toujours pris une couleur brune (pl. 5, *passim*, pl. 6, VI, fig. 19 et 20), paraissent couvertes d'un réseau à très-petites mailles carrées résultant de l'éraillement continuel du pigmentum. Les fissures sont d'autant plus larges qu'elles sont les plus anciennes, et la spore est alors si dissemblable qu'on serait tenté de la prendre pour celle d'une autre espèce, si sa présence dans les thèques du même hymenium ne dissipait de suite cette pensée.

Ces hypertrophies se rencontrent principalement dans les réceptacles les plus avancés ; je les ai observées dans les *Asc. lignatilis*, *Crouani*, *viridis*, *furfuraceus*, *glaber* et *immersus*. Elles doivent se rencontrer dans toutes les espèces de la section des Ascoboles vrais.

Si l'on observe dans les spores des accroissements anormaux, on observe aussi fréquemment l'état opposé, c'est-à-dire de l'atrophie. Il n'est pas rare de trouver dans une thèque une ou plusieurs spores atrophiées (pl. 7, XIII, fig. 4, et pl. 11, XXXIII, fig. 4); ce nombre peut s'accroître. J'ai vu plusieurs fois une seule spore à l'état parfait dans la thèque. Ce fait toutefois n'est pas particulier aux Ascobolés, on le rencontre aussi dans les autres Pézizés; ou quelquefois même ce semble être l'état normal, chez le *Bulgaria inquinans* par exemple, que j'ai vu constamment, comme MM. Tulasne et autres mycologistes, avec quatre spores parfaites. Une vraie Pézize voisine du *P. convexula* Pers., mais marginée, en a aussi constamment quatre seulement.

Dans les Ascobolés à spores colorées, outre ces atrophies, on

rencontre assez souvent aussi des spores qui manquent de coloration (pl. 2, VI, fig. 18). Elles se distinguent facilement des spores atrophiées en ce que ces dernières sont toujours ou petites ou difformes, et toujours granuleuses; les premières, au contraire, à peine plus petites, sont semblables et sont aussi susceptibles de germer.

Beaucoup de ces organes conservent leur enveloppe mucilagineuse à la maturité, même lorsqu'elles sont projetées hors de la thèque (pl. 2, 3, 4, 5 et 8). Cette substance, qui n'est pas particulière à une seule espèce, reste souvent attachée d'un seul côté comme dans les *Asc. glaber*, *furfuraceus*, *vinosus*, etc.; d'autres fois elle les entoure complétement comme dans l'*Asc. immersus*. Elle paraît limitée par une très-légère membrane et être de nature plutôt mucilagineuse qu'albumineuse, puisque la chaleur de l'ébullition la dissout et ne la coagule pas. Tantôt chaque spore a son enveloppe particulière, et c'est le cas de la majorité, tantôt, au contraire, comme dans le groupe que je nomme *Saccobolus*, toutes sont réunies dans une même membrane. Cette substance, toutefois, n'existe pas toujours; elle se trouve souvent résorbée et les spores sont nues, mais conservent assez de viscosité pour rester attachées au point où elles se trouvent projetées.

Lorsque les spores sont mûres, il est facile de voir qu'il se fait un mouvement dans leur position. Toutes se dirigent vers le sommet de la thèque et s'y groupent de manières diverses, mais constantes dans chaque espèce, dont on peut tirer parti par conséquent. Groupées ainsi, elles sont prêtes à être lancées au moment de la déhiscence et le sont toutes à la fois, quel qu'en soit le nombre. La projection est assez forte pour qu'elles le soient à plusieurs centimètres de hauteur, et c'est même ainsi que tombant sur les herbes voisines, elles se trouvent pâturées par les animaux herbivores et mêlées à leurs déjections, où elles se retrouvent dans des circonstances favorables à leur reproduction, à moins que les vents ou toute autre cause ne les aient transportées dans les endroits propices à leur existence, comme cela doit avoir lieu pour les espèces non fimicoles.

Une fois la spore parvenue dans un endroit favorable, si les

circonstances sont bonnes, c'est-à-dire la température assez élevée (de 10 à 30 degrés) et l'humidité suffisante, elle germe. Le temps nécessaire à cet acte est variable, quelques heures suffisent pour certaines espèces; celles de l'*Asc. viridis*, par exemple, germent en huit à dix heures, sans doute parce que, croissant sur la terre ou le charbon, elle a besoin de moins de chaleur. La spore augmente légèrement de volume, puis s'entr'ouvre généralement à l'une ou à l'autre extrémité, quelquefois aux deux, ou n'importe en quel point de sa surface, pour laisser passer les tubes mycéliens (pl. 1, IV, fig. 13, 14 et 15).

D'abord simples, sans cloison et granuleux intérieurement, surtout à l'extrémité, ces tubes, premier rudiment du mycélium, ne tardent pas à s'allonger, à se ramifier, et plus tard à se cloisonner. Ces filaments sont toujours incolores, que la spore soit colorée ou non. M. Cœmans, qui les a aussi observés, les a décrits comme donnant naissance à des conidies de deux sortes (1), les unes à forme de Torula quand elles naissent de filaments continus, les autres à forme de *Penicillium* quand elles naissent de filaments cloisonnés. J'ai pu obtenir la germination telle que je l'ai décrite, mais il ne s'est pas développé de conidies, malgré la multiplication de mes expériences. Plusieurs fois j'ai vu le *Penicillium glaucum* envahir mes semis, mais je puis assurer qu'il n'avait rien de commun avec mes Ascoboles. Je ne puis donc que renvoyer aux observations de l'éminent cryptogamiste belge.

Les filaments mycéliens ont donné lieu à d'autres observations plus importantes encore dues à M. Voronin (2). D'abord un phénomène de copulation observé sur l'*Asc. pulcherrimus* et donné par lui comme ayant rapport à la fécondation. Bien que je regarde cette espèce comme devant être retranchée des Ascobolés, elle en est tellement proche que je pense ne pouvoir me dispenser de donner un aperçu de ces observations.

D'après M. Voronin, certains filaments du mycélium donneraient naissance à de petits prolongements latéraux nommés par

(1) Cœmans, *Spicilége mycologique*, I, p. 6.

(2) Voronin, *Abhandlungen der Senchenbergischen naturforschenden Gesellschaft*, 1865, 5e vol., p. 333-344.

lui *corps vermiformes*. Ces petits prolongements, auxquels MM. Tulasne (1) ont appliqué depuis le nom de *Scolécite,* sont formés par un prolongement claviforme plus ou moins courbé et ayant de cinq à onze cloisons qui les font paraître annelés. Chaque articulation contient des granules, souvent une ou deux vacuoles d'autant plus grosses qu'elles sont plus voisines de l'extrémité.

Sur le même rameau qui produit ces petits corps, M. Voronin a observé d'autres petites cellules latérales, courtes, incolores, courbées en crochet à l'extrémité et vers le scolécite, se partageant ensuite en deux cellules inégales, l'inférieure plus petite. Un rapprochement plus direct ne tarde pas à s'opérer et ces deux organes se trouvent en contact assez intime pour ne pas se séparer. Après cette sorte de copulation, la cellule inférieure du scolécite donne naissance à un certain nombre de filaments à cellules renflées. C'est là le premier commencement du réceptacle. Le corps vermiforme se trouve assez vite environné par ces cellules, et l'on ne voit plus alors que le petit tubercule arrondi dont j'ai parlé en traitant des premiers états de ces petits champignons.

Indépendamment de ces organes, M. Voronin a encore observé sur la même espèce des chlamydospores de couleur orangée et remplies de gouttelettes huileuses. Ces chlamydospores, que l'auteur nomme *spores de conservation*, ne germent que longtemps après la destruction du mycélium qui leur a donné naissance.

Je n'ai pu encore être assez heureux, malgré de nombreux essais, pour voir clairement ces curieux phénomènes sur les Ascobolés, mais j'ai vu plusieurs fois le scolécite (pl. 6, VI, fig. 5) que j'ai pu faire sortir, à l'exemple de MM. Tulasne, en pressant légèrement entre deux verres les plus jeunes réceptacles que je pouvais trouver. Je l'ai toujours vu accompagné déjà de rudiments de paraphyses et renfermé avec elles dans une couche de cellules polyédriques formant le petit tubercule dont j'ai parlé.

(1) Tulasne, *Annales des sciences naturelles,* 5e série, t. VI, p. 211-220.

Le scolécite, du reste, ne tarde pas à disparaître, et on ne le retrouve déjà plus lorsque les paraphyses ont pris un peu d'accroissement, longtemps avant l'apparition des premiers vestiges de thèques.

Toutefois la végétation de la plante, depuis la germination jusqu'à la formation de ces petits tubercules, premiers rudiments des réceptacles, ainsi que les phénomènes de la fécondation sont encore bien obscurs en certains points, et ont besoin de nouvelles études.

Le rôle que jouent dans la nature ces petites productions est minime pour nous. Elles concourent à la désorganisation des matières sur lesquelles elles croissent, comme à l'alimentation de certains insectes. Les spores mêmes sont une nourriture pleine d'attrait pour certaines Podurelles, comme j'ai pu m'en convaincre par les ravages que ces petits insectes faisaient, lorsqu'ils pouvaient pénétrer sous les cloches où j'avais déposé les verres humides servant à mes semis.

Quant à la place de ces petits Champignons dans les classifications mycologiques, elle diffère peu de celle des Pezizes à déhiscence operculaire, mais cette dernière section n'est pas encore assez nettement établie pour y placer sûrement les Ascobolés à leur place positive, qui sera certainement près des *Humaria* avec lesquelles ils se lient si intimement.

Bien que toutes les espèces que j'admets dans ce groupe soient reliées entre elles par des rapports généraux, j'ai cru devoir, en raison des grandes différences qu'elles présentent encore, les séparer en deux sections principales : les Ascobolés vrais, *Ascobolei genuini*, et les Ascobolés pezizoïdes, *Ascobolei spurii*. J'ai même encore été conduit par l'étude approfondie des espèces à diviser encore ces deux coupes, afin de réunir, suivant leurs affinités, les espèces qu'elles renferment.

Peut-être trouvera-t-on que j'ai poussé un peu loin la division, mais outre qu'elle n'est déjà pas par trop éloignée de la moyenne généralement adoptée, et qu'elle le sera moins encore lorsque de nouvelles espèces viendront s'ajouter, je suis persuadé que tout mycologiste qui aura étudié ces espèces reconnaîtra l'impor-

tance des caractères des genres que j'établis, tirés tous des organes de la fructification.

On en jugera, du reste, par le tableau suivant qui résume les coupes que j'ai cru devoir établir dans l'ancien genre *Ascobolus*.

III

ASCOBOLEI.

Sectio PEZIZEARUM (thecis operculatis).

RECEPTACULUM carnosum aut carnoso-gelatinosum, minutum, sessile, rarissime stipitatum, marginatum aut immarginatum, extus glabrum, aut furfuraceum, aut pilis erectis vestitum. HYMENIUM primo planum rarius concavum, dein vulgo convexum, rarius in majoribus undulatum, semper, saltem matutine, *thecis prominentibus nigro-aut hyalino-papillatum*. PARAPHYSES numerosæ aut raræ, simplices aut divisæ, septatæ, lineares vel ad apicem crassiores, longitudine thecas æquantes, aut superantes, rarissime curtæ. THECÆ curtæ aut elongatæ, semper amplæ, non cylindricæ, clavatæ, ad apicem latiores, ad basin sæpius attenuatæ, octosporæ aut polysporæ, *operculo rotundato* aut *subtriangulari semper donatæ*, et, ut paraphyses, gelatina frequenter immersæ. SPORÆ ovoïdeæ, ovatæ aut ellipticæ, *episporio ceraceo colorato* sæpe rimoso, aut *episporio membranaceo* et tunc *hyalino; intus non granulosæ*, nucleo unico medio parum conspicuo, *absque guttulis oleosis*.

Species vulgo stercorariæ, rarius epixylæ, fimicolæ aut carbonicolæ.

Caractérisée ainsi, cette petite section des Pezizes à thèques operculées, est bien naturelle et facilement reconnaissable. Les caractères tirés des thèques seules, opercule et saillie, sont insuffisants puisqu'on les retrouve réunis ou isolés dans beaucoup d'autres Pezizes, Morilles, *Verpa*, et même dans le genre *Rhizina* (1). La saillie se retrouve aussi chez plusieurs *Pha-*

(1) Ayant eu occasion d'analyser des échantillons frais du *Rhizina undulata*, récoltés en juin de cette année (1869) à Fontainebleau par le docteur Cordier et communiqués par le docteur Léveillé, j'ai pu remarquer la saillie considérable des thèques mûres qui

ASCOBOLEI.

(PEZIZEARUM sectio.)

Receptaculum disco plano dein convexo, rarius in maximis undulato, *semper thecis prominentibus papillato*. Thecæ amplæ, non cylindricæ, *operculatæ*, sporas omnes uniter projicientes. Sporæ intus non granulosæ, nucleo unico medio sæpius donatæ, *absque guttulis oleosis*.

- **ASCOBOLEI GENUINI.** Sporæ *episporio ceraceo colorato*, sæpius violaceo. Thecæ *maxime prominentes* et tunc, sporis coloratis *discus nigro-papillatus* aut *echinatus* apparens.
  - Receptaculum udum gelatina distente tremulum, siccum corneum, hysteriforme .... ANGELINA? Fries.
  - Receptaculum udum gelatina sæpius conspicua sed non tremulum, siccum varie contractum sed non hysteriforme.
    - Paraphyses *gracillimæ*, *elongatæ*, cum thecis materia gelatinosa sæpius lutea immersæ. Thecæ *elongatæ* sed amplæ. Sporæ *liberæ*, *rarius aggregatæ* et *tunc facile dissilientes*, nudæ aut membrana adnata aut circumdante *singulatim donatæ;* maturæ ad extremitatem thecæ sic aggregatæ : sex in duabus seriebus juxta positis et una utraque extremitate. ASCOBOLUS.
    - Paraphyses *thecarum longitudine*, *subgraciles*. Gelatina minus conspicua. Thecæ *curtæ*, *amplæ*, ad apicem subquadratæ. Sporæ *non membrana cingulatim cinctæ*, *sed omnes membrana communi circumdatæ*, et tunc *inclusæ* et *non facile dissilientes*, maturæ varie aggregatæ....... SACCOBOLUS.
- **ASCOBOLEI SPURII.** Sporæ *episporio membranaceo non colorato*. Thecæ *parum prominentes* (unica specie excepta) et tunc, sporis hyalinis, *discus minute cristallino-papillatus* apparens.
  - Thecæ polysporæ........
    - *Paraphyses graciles*, *elongatæ*, *numerosæ*, ut thecæ gelatina immersæ. Thecæ *elongatæ* sed *amplæ*, *longissime exsertæ* ...... THECOTHEUS.
    - Paraphyses *raræ* aut *rarissimæ*, thecis sæpe *breviores*. Thecæ *parum exsertæ*, *amplissimæ*, sæpe ovatæ. Sporæ minutissimæ. Statura *perpusilla oculo nudo vix conspicua*.............. RYPAROBIUS.
  - Thecæ 8-sporæ (unica specie 16-spora excepta).
    - Paraphyses *numerosæ*, *simplices aut ramosæ*, *thecarum longitudine*, ad apicem sæpe crassiores. Thecæ amplæ sæpe curvatæ *parum exsertæ*............. ASCOPHANUS.

cidium, *Helotium*, *Bulgaria*, dont les thèques ont une déhiscence non operculaire. Les caractères tirés des spores seules le seraient aussi, puisque certaines Pezizes, le *P. vesiculosa* entre autres, offrent des spores sans granules, sans guttules, mais avec le nucléus central. La réunion des trois caractères groupe au contraire des espèces voisines par leur forme, leur aspect général et leur habitat, circonstance précieuse qui m'a fait adopter de préférence cette limitation, bien qu'elle éloigne un certain nombre d'espèces rangées dans ces derniers temps parmi les Ascobolés, et qui doivent dès lors se trouver reportées aux autres Discomycètes.

Les Ascobolés se divisent naturellement en deux sections, les Ascobolés vrais, à spores colorés, *Ascobolei genuini*, et les Ascobolés pezizoïdes, à spores incolores, *Ascobolei spurii*.

ASCOBOLEI GENUINI.

(Pl. 5 à 9, I à XXI.)

SPORÆ *episporio ceraceo* sæpe rimoso, *colorato*, *violaceo* aut ad colorem *brunneum* aut *nigrum* vergente, sed semper in speciebus omnibus notis ad initium maturitatis roseo-violaceo. THECÆ *valde prominentes* et tunc discus *nigro papillatus* aut *echinatus* apparens, sed frequenter uno momento thecis explodentibus lævis.

Cette section est la plus remarquable des Ascobolés ; c'est elle qui renferme les espèces typiques les plus belles et les plus grandes. Elle est bien reconnaissable à ses spores colorées souvent gercées, et à la grande saillie des thèques qui fait paraître le disque couvert de pointes ou de papilles noires.

Je range trois genres dans cette section, mais l'un encore avec doute, puisque ses caractères anatomiques me sont inconnus, ce sont :

ANGELINA ? Fries, ASCOBOLUS, Pers., SACCOBOLUS, Boud.

ANGELINA Fries.

Fries, *Summ. veg. scand.*, p. 358.

« Gelatina distentæ, tremulæ, siccæ, corneæ et clausæ; disco

fait paraître le disque couvert d'un fin velouté grisâtre dans les endroits non déflorés. Cette saillie remarquable, déjà figurée par M. Bail (*Syst. der Pilz*, tab. 20), semblerait rapprocher ce genre des Ascobolés, mais il s'en éloigne certainement par ses spores à guttules internes, et par la structure anatomique de son parenchyme.

lineari canaliculato, ex ascis amplis dissilientibus nigro-punctato. »

« Genus dicatum *Cl. N. Angelin*, petrefactorum et fungorum solerti indagatori. H. F. *Ascobolus conglomeratus* Schweinitz; in statu sicco a Glonio l. Hysterio vix distinguendus, sed irrigatus totus gelatinosus fit, omnino Tremellinus, expansus, hyalinus, ascis ut ascoboli prominulis punctatus. » Fries, *loc. cit.*, p. 358.

N'ayant pu examiner ce genre en nature, et ne le connaissant que par la description de son auteur, qui n'en donne pas les caractères anatomiques, je ne puis affirmer s'il appartient certainement aux Ascobolés. Peut-être sa place est-elle parmi les *Bulgaria*, ou même les *Hysterium*. Toutefois, comme son disque ponctué de thèques noires et saillantes paraît le rapprocher des Ascobolés, j'ai cru devoir, à l'exemple de Schweinitz et de Fries, l'y faire entrer, car il se pourrait aussi qu'il n'en formât qu'une section distincte seulement par l'abondance de son gelin.

Angelina conglomerata, Fries.

Ascobolus conglomeratus Schweinitz, *Syn. of. north Americ. Fung.*, p. 178.

« In truncis quercinis mucidissimis copia ingenti aggregatis, tam affinis *Hysterio rufescenti* nostro statu sicciori, ut vix distinguitur. Madidus autem nil dissimilius. »

« A. cupulis sessilibus, majusculis, applanatis, varie flexuosis, sæpissime aggregatis in cæspitibus uncialibus, disco cinereo carnoso tremelloso, late aperto ad latitudinem 1-2 linearum, sub tumidulo, ascis punctato prominulis nigrioribus, margine tumido albescente. Sicco statu valde mutatur, cupulis tum contractis, contortis, conniventibus, Hysterium rufescentem referentibus, disco toto nigro, margine albo, extus autem nigrescentibus.

» Ad ulnarem longitudinem confluunt cæspites cupularum. » (Schw., *loc. cit.*)

America boreali.

Ang. Leprieurii, Montagne, *Ann. sc. nat.*, 1855, t. III, p. 92 et *Syll.*, p. 188. Certè non inter Ascoboleos inserenda, spo-

ris 3-septatis, thecis non prominentibus, disco sporis ejectis tantum modo nigro-punctato, etc. Forsan ad Hysteria referenda.

ASCOBOLUS Pers.

(Pl. 1 à 4, I à XVII.)

Elvella et Peziza pro parte Scopoli, Hudson, Bulliard, Sowerby, De Candolle, Bolton. — Ascobolus Persoon, *Tentamen disp. meth. Fung.*, p. 35, et cæterum auctorum recentiorum.

Receptaculum carnosum aut carnoso-gelatinosum, extus glabrum aut furfuraceum, aut rarius pilosum, sessile aut rarissime stipitatum, margine nullo aut membranaceo, furfuraceo, lacerato, rarius integro. Hymenium gelatina sæpius lutea farctum et tunc lucidum, primo concavum aut planum denique convexum, *thecis longe exsertis nigro echinatum.* Paraphyses numerosæ, *gracillimæ*, lineares, ad apicem vix incrassatæ, *thecis longiores*, simplices aut ad imam basin divisæ, septatæ, intus vix granulosæ. Thecæ *elongatæ*, clavatæ, amplæ, ante *apicem latiores*, ad basin attenuatæ, *operculo rotundato umbonato* dehiscentes, sporas 8 includentes. Sporæ episporio ceraceo *vulgo longitudinaliter rimoso,* rarius leve, verrucoso aut vermiculato, sed etiam frequenter hypertrophia variante, *liberæ, nudæ aut membrana laterali adnata*, aut *singulatim circumdante et tunc subaggregatæ* sed *facile secedentes;* maturæ ad extremitatem thecæ sic aggregatæ, sex in duabus seriebus juxta positis et una utraque extremitate.

Species majores, stercorariæ sed etiam epixylæ, rarissime ad terram adustam vigentes.

Ce genre est facilement reconnaissable à ses spores libres ou simplement agglutinées, mais jamais réunies dans une membrane commune qui les rende difficilement séparables. Les paraphyses sont grêles et flexueuses, plus longues que les thèques. Le gelin est plus visible. L'opercule est mamelonné à la maturité. De plus, la taille des espèces de ce genre est généralement plus grande, et le disque, en raison de la forme des thèques un peu moins épaissies à l'extrémité, paraît couvert de petites pointes, tandis que dans le genre suivant ce sont plutôt des points seulement élevés et arrondis.

A. Espèces à spores toujours libres après la déhiscence et jamais agglutinées, nues ou munies d'une membrane en forme d'ampoule sur le côté seulement.

a. Espèces furfuracées ou glabres.

1. Réceptacle marginé, au moins chez les jeunes individus.

†. Épixyles. Spores elliptiques, relativement petites.

1. Ascobolus lignatilis (Pl. 5, I), Alb. et Schw., *Consp. Fung.*, p. 347, t. VI, fig. 6.— Fries, *Syst. myc.*, II, p. 162.— Pers., *Myc. Eur.*, I, p. 342.

« Major, epixylus, stipitatus gregarius e sordide luteo subvirens externe albido-furfuraceus, stipite breviusculo, crassiusculo in cupulam planam marginatam dilatato.

» Furfure congruit cum sequente (Asc. furfuraceo), aliquàtenus et colore; sed differt colore, stipite, forma, statura majore, loco. *Stipes* 1 1/2-2 lin. fere longus et crassus, in sexcentis exemplis constantissimus, obconicus sursum sensim dilatatus in *cupulam* planam vel concaviusculam, 4-6 lin. latam, *theculis* creberrimis more generis prominentibus nigro-punctatam. *Theculæ* istæ maturæ ad tactum diruptæ *sporulas* suas vi elastica vehemente fumi ad instar projaculantes laticem simul fundunt, quo discus irrigatus digito ablato mox cernitur. *Substantia* carnosa : *Color* constans. »

« Ingentia ac frequentia speciei notabilis agmina vidimus in lignis pineis fabrefactis subterraneis (aqua cloacina aliquamdiu male inquinatis) aquæductuum (*Ansthalshof*) ineunte novembri. » (Alb. et Schw., *loc. cit.*)

N'ayant pas vu d'échantillons frais de cette espèce qui n'a peut-être pas été retrouvée depuis Albertini et Schweinitz, je donne la description complète de ces auteurs qui ne laisse aucun doute sur sa nature. J'ai vu et analysé des échantillons secs de provenance authentique, qui existent dans la riche collection du docteur Leveillé. J'ai pu voir que les thèques sont claviformes, à opercule mamelonné comme dans toutes les espèces du genre ; les paraphyses sont grêles et cloisonnées ; les spores petites à fissures parallèles et serrées, peu anastomosées si ce n'est dans le cas d'hypertrophie.

Cette belle espèce n'a encore été trouvée qu'en Allemagne ; sa grande

taille et son pédicule bien visible la séparent nettement de l'espèce suivante.

2. Ascobolus Crouani, Boud. (Pl. 5, II).

Præcedenti dimidio minor, 2-5 mill. latus, sessilis, luteo-virens, furfuratione conspicua fulvescente tectus.

Receptaculum marginatum, primo globosum, dein turbinatum, plus minusve expansum, fibrillis albis adfixum, luteo-virens sed vetustate brunnescens, extus furfuratione fulvescente tectum; margine furfure denticulato, disco lucido, primo concavo dein applanato. Paraphyses gracillimæ, septatæ, hyalinæ ad apicem sensim piriformes, ut thecæ gelatina luteo-virente immersæ. Thecæ clavatæ, ad basin attenuatæ, hyalinæ, sporas 8 includentes. Sporæ ellipticæ, minores, violaceæ denique brunnescentes, episporio longitudinaliter rimoso, rimis sæpius elongatis, creberrimis vix anostomosantibus, rarius variantibus.

Ad basin truncorum vivorum *Siryngæ vulgaris* aqua domestica sordide irroratæ, inter folia putrida hanc speciem legi mense novembri 1866, *Montmorency*, prope Parisios.

Cette espèce est exactement intermédiaire entre la précédente, dont elle se distingue par sa taille moindre et son manque de pédicule, et la suivante dont elle a le port, mais dont elle s'éloigne par sa furfuration abondante. Les spores sont les mêmes, les paraphyses sont légèrement piriformes à l'extrémité, quoique très-grêles. Les thèques paraissent, comme dans ses voisines, plus atténuées à la base. La furfuration se compose de grosses cellules arrondies, dont les plus extérieures sont obtusement apiculées.

Je n'ai trouvé qu'une seule année cette espèce qui croissait à la base des jeunes tiges d'un Lilas qu'on avait arrosé d'eaux ménagères.

3. Ascobolus denudatus, Fries, *Syst. myc.*, II, p. 162. — Cooke, *Journ. of Bot. Mag.*, 1864, fig. 2. — Crouan, *Fl. Finist.*, p. 57 (Pl. 5, III).

« Luteo-viridis, glaber, cupula turbinata substipitata, disco plano.

» A præcedente (Asc. lignatili) differt pulcherrima hæc spe-

cies ut A. glaber ab A. furfuraceo. Gregarius multo minor, stipes brevis, sursum dilatatus in cupulam planam, marginatam luteo-viridem, extus nudam et glabram, 1 lin. latam nec ultra. Variat stipite æquali. Thecæ copiosissimæ, nigræ, primo discum adeo obtegunt ut omnino niger; dein uno momento dissiliunt, discum pallidum relinquentes. » Fries, *loc. cit.*

Suecia (Fries) ad asseres vetustos pineos in latere ad terram vergente, raro, oct. nov.— *Anglia*, Cooke, Berkeley.— *Gallia*, Crouan., sur les poils pourris d'un hérisson, les feuilles, etc. — Circa *Parisios* ipse.

Cette espèce rare encore en France n'a pas encore été indiquée aux environs de Paris, mais elle s'y rencontre certainement, puisque j'en ai trouvé accidentellement un individu sous une écorce de peuplier que j'avais ramassée à terre pour étudier un autre Champignon. N'ayant vu que ce seul échantillon et n'ayant pu retourner à l'endroit où je l'avais récolté, j'ai préféré reproduire la description de Fries. J'ai pu cependant constater que les thèques et les spores ne diffèrent pas sensiblement de celles de l'espèce précédente. La couleur et les fissures sont les mêmes, la grosseur aussi. Toutefois, on la reconnaîtra facilement à son réceptacle glabre extérieurement.

††. Carbonicoles ou terrestres, spores verruqueuses de taille moyenne, ovales subacuminées.

4. Ascobolus viridis, Currey, *Linn. Trans.*, t. XXIV, p. 154 (Pl. 5, IV).

Major, cæspitosus aut sparsus 5-10 millim. circiter latus nec ultra, primo luteo-virens denique fulvescens, extus valde furfuraceus, sporis verrucosis.

Receptaculum marginatum, sessile, luteo-virens, furfuratione ferruginea majore tectum, postea fulvescens aut fulvo-purpurascens, in exoletis nigro-purpureum, margine furfuratione denticulato; discus primo planus dein convexus semper colore saturatiore; furfuratio ætate albescit aut colorem brunneum induit, sæpè siccitate plus minusve costata. Paraphyses elongatæ, graciles, septatæ, hyalinæ, simplices aut ima basi divisæ, in gelatina luteo-sulfurea immersæ. Thecæ claviformes ad basin atte-

nuatæ, hyalinæ, ad apicem subumbonatæ, sporas 8 includentes. Sporæ crassæ, ovatæ vel oblongæ, subfusiformes, verrucis minutis sparsis aut subaggregatis tectæ, pulchre violaceæ, maturæ fere nigræ et tunc aliquoties infra apicem circulatim impressæ, apicibus quadratis planis.

In cineribus, carbone ipso, vel sæpius ad terram ustulatam locis sylvaticis argillosis et umbrosis frequenter reperi circa Parisios, *Montmorency*.

In *Anglia* a cel. Currey et Broome reperta ad terram argillosam.

Varietas *pruinosus* (Pl. 5, V).

Differt furfuratione minutissima potius pruinosa, margine tantum dentato, colore opaco fulvo-brunneo vel subolivascente, sed carne luteo-virente, sporis magis ovatis. Forsan species distincta, sed semel legi et vix evolutam.

Formas numerosas colore tantummodo diversas etiam reperi :

1° Omnino luteo-virens, furfuratione ferruginea aut fulvo-ferruginea, junior.

2° Fulvus, fulvo-purpurascens, nigro-purpurascente extus pallidior. Adultus aut exoletus.

3° Fulvo-purpurascens furfuratione albida tectus.

Bien que Currey, *loc. cit.*, attribue des spores rugoso-striées à son espèce, je crois, d'après la concordance des autres caractères et la variabilité de ceux tirés de l'épispore, que l'espèce que je décris est bien celle de cet auteur. La mienne a les spores constamment couvertes de petites verrues d'abord très-serrées, mais devenant ensuite plus grosses et comme agrégées. Ces spores ont les extrémités plus acuminées que dans les autres espèces, mais toujours très-obtusément. Cependant ce caractère disparaît souvent à la maturité complète de la spore qui change quelquefois notablement de forme ; la dépression circulaire qu'on remarque alors un peu au-dessous de l'extrémité, la fait paraître comme munie de deux caroncules concolores : toutefois cette variation, quoique assez fréquente, n'est qu'accidentelle. Cette espèce est certainement celle qui offre dans les spores le plus d'intensité de coloration, car elles sont souvent d'un noir intense et complétement opaques. C'est la seule aussi dont ces organes n'offrent pas dans leur jeunesse un nucléus aussi visible que les autres, et qui présentent accidentellement quelques rares granules.

Cette belle espèce, généralement plus grande que l'*Asc. furfuraceus*,

s'en distingue facilement par ses spores, par sa furfuration plus grosse, plus colorée et par son habitat. Elle est excessivement variable de forme, de couleur, de grandeur, et se rencontre très-fréquemment au printemps et en été dans les environs de Paris. J'ai quelquefois trouvé des charbonnières qui en étaient presque entièrement couvertes, et l'on ne trouve guère d'endroit où l'on ait fait du feu, si petit qu'il soit, qui n'en présente quelques échantillons pourvu que le sol soit argileux. Sa fréquence même pourrait faire croire qu'elle a déjà été décrite, mais je n'ai rien trouvé dans les auteurs qui puisse s'y rapporter avec quelque certitude.

Espèces stercoricoles ; spores elliptiques généralement striées, de taille moyenne.

5. Ascobolus furfuraceus, Pers. (Pl. 6, VI à X).

Helvella fimetaria Scp., *Fung. Hung.*, in *Ann. Hist. nat.*, IV, p. 149, tab. I, fig. 6.

Peziza atra Hudson, *Angl.* II, p. 637.

Peziza stercorea Bull., *Champ.*, p. 256, tab. 376, fig. 1 et tab. fig. 4. — Sowerby, *Fung.*, tab. 18, 389, fig. 3-6. — De Cand., *Fl. fr.*, 2, p. 79.

Peziza fusca Bolt., *Fung.*, III, p. 29, tab. 109, fig. 2.

Ascobolus furfuraceus Pers., *Tent. disp. meth. Fung.*, p. 25; *Obs. myc.*, I, p. 33, tab. IV, fig. 3-6 ; *Synops.*, p. 676 ; *Myc. eur.*, I, p. 340. — Alb. et Schweinitz, p. 348. — Schum., *Sæll.*, 2, p. 436. — Rebent, p. 388. — Bernhard, *Manip.*, IV, tab. 9, fig. 5. — Fries, *Syst. myc.*, II, p. 163. — Greville, *Scotisch. Crypt.*, t. VI, fig. 307. — Cheval., *Fl. env. de Paris*, I, p. 303. — Mérat, *Fl. env. de Paris*, I, p. 254. — Krombh., Tab. V, fig. 45-48. — Schweinitz, *Syn. of Am. North Fung.*, p. 178. — Wallroth, *Fl. Crypt.* — Cœmans, *Not. sur les Asc. Belg.*, 1862, p. 13. — Berkeley, *Outl.*, p. 374; *Engl. Fl.*, V, p. 209. — De Notaris, *Dei Disc.* in *Comm. Soc. critt. Ital.*, 1863, n° V, p. 360. — Currey, *Linn. Trans.*, t. XXIV, p. 154. — Cooke, *Journ. of Bot.*, 1864. — Kickx, *Fl. Crypt. des Flandres*, t. I, p. 479. — Crouan, *Fl. du Finist.*, p. 57. — Nylander, *Obs. c. Pez. Fen.*, p. 82.

Vulgatissima species valdeque varians. Cæspitosa, aggregata aut sparsa, sessilis, 3-5 mill. lata, extus pallide furfuracea, luteo-virens aut plus minusve fusco-purpurea, præsertim in disco.

Receptaculum sessile, primo globosum dein expansum luteo-virens aut fulvum aut fulvo-purpurascens, extus pallide furfuraceum, marginatum, margine furfuraceo, denticulato, rarius submembranaceo, friabili, et tunc sæpius irregulariter lacerato. Discus vernicosus, primo concavus, dein planus, denique convexus, receptaculo concolor sed vulgo saturatior, in exoletis nigrescens.

Paraphyses elongatæ, graciles, septatæ, hyalinæ, gelatina luteo-sulfurea immersæ. Thecæ clavatæ, amplæ, ad basin attenuatæ, hyalinæ, ad apicem umbonatæ, 8-sporæ. Sporæ ellipticæ, pulchre violaceæ, vulgo in exoletis brunneæ, longitudinaliter rimosæ, rimis anastomosantibus, sæpe membrana hyalina ampullacea lateraliter stipatæ.

Ubique fere terrarum reperitur. Frequentissimus in Europa (*Gallia*, *Anglia*, *Suecia*, *Germania*, etiam in *Europa Australi*, *Italia*, *Sicilia*, etc.). In fimo vaccino vulgaris, rarior in equino, asinino, ovino, rarissime in cæteris et ad terram stercoratam. Reperitur omni tempore.

Varietates sequentes notavi :

1° Forma typica (Pl. 6, VI à VIII) :

Receptaculum extus furfuratione omnino tectum.

2° Varietas *coronatus* Boud. (Pl. 6, IX) :

Receptaculum ad marginem tantum furfuraceum et tunc glabrum, margine dentato.

3° Varietas *nudus* (Pl. 6, X) :

Ascobolus furfuraceus, var. *nudus*, Kickx., *Fl. crypt. des Fl.*, I, p. 479.

Receptaculum glabrum, margine membranaceo friabili non furfuraceo irregulariter rupto, v. ætate deciduo.

1-2-3. Offerunt etiam formas varie coloratas :

α. Color luteo-virens.

β. Color fusco-purpurascens aut fulvus plus minusve nigricans.

Cette espèce forme le type des Ascobolés, c'est d'après elle que Persoon a créé le genre. Elle se distingue facilement des espèces furfuracées par ses spores et son habitat ; mais on a souvent de la peine à bien limiter ses variétés glabres des espèces suivantes, surtout quand la marge se trouve détruite ; elle est cependant un peu plus grande et plus concave lorsqu'elle est jeune.

Les hypertrophies des spores sont très-fréquentes dans cette espèce

comme dans les suivantes; les spores à épispore lisse sont plus rares et ne se rencontrent guère que dans les temps ou les endroits très-humides.

Des échantillons du Chili austral, provenant de la collection du docteur Léveillé, ne m'ont pas paru différer spécifiquement de cette espèce. Cependant la furfuration n'était pas apparente, et les spores (Pl. 6, VII, fig. 1 et 2) avaient leurs fissures plus nombreuses, plus parallèles, mais peut-être n'était-ce que l'effet de la dessiccation.

6. Ascobolus vinosus Berk., *Engl. Fl.*, V, p. 209; *Outl.*, p. 374 (Pl. 6, XI).

Præcedente sæpius minor, non furfuraceus, cæspitosus aut sparsus, sordide luteo-virens, margine membranaceo subdentatim lacerato, disco semper plano dein convexo sæpius fulvo-purpurascente.

Receptaculum extus glabrum aut minutissime furfuraceum et potius pruinosum, primo globosum, mox apertum et margine membranaceo dentatim-lacerato discum planum exhibens. Margo pallens, conspicuus, sed sæpe, præsertim vetustate, obsoletus ut linea prominente circumdatus. Discus planus dein convexus plus minusve livido-purpurascens. Paraphyses lineares, septatæ, vix coloratæ, substantia gelatinosa livida ut thecæ immersæ. Thecæ clavatæ, amplæ, ad basin minus attenuatæ, hyalinæ, ad apicem umbonatæ, sporas 8 includentes. Sporæ violaceæ, ellipticæ, rimosæ, et a præcedente specie non diversæ.

In *Anglia* Berkeley primitus reperit hanc speciem ad stercus cuniculorum, sed etiam reperi locis similibus circa *Montmorency*, Oct. Mart. 1867-1868, præcedente rariorem.

Formas legi tantummodo diversas colore plus minusve intenso, in exoletis nigro-purpureo.

Cette espèce a les plus grands rapports avec la variété n° 3, de l'espèce précédente, mais elle a un facies différent; la marge paraît plus membraneuse, moins friable, et quand elle se trouve détruite, ce qui est fréquent, elle est réduite à une petite ligne saillante, circulaire, qui ne disparaît que dans les très-vieux échantillons. Sa taille atteint rarement celle de l'*Asc. furfuraceus*, le plus souvent elle est d'un tiers ou même de moitié plus petite; sa couleur est rarement d'un jaune verdâtre, mais presque

toujours, au contraire, elle prend une teinte pourprée plus ou moins intense sur le disque. Les caractères tirés des paraphyses, des thèques et des spores sont les mêmes que dans l'espèce précédente.

Je pense, d'après l'examen d'échantillons authentiques existant dans la collection du docteur Léveillé, que l'espèce des environs de Paris est bien identique avec celle d'Angleterre.

7. Ascobolus cubensis, Berk. et Curt. (*Journal of the Linn. Society*, t. X, p. 370).

« Parvus, crateriformis, viridiflavus, ascis linearibus, sporidiis ellipticis pallide fuscis, longitudinaliter rugoso-plicatis (n° 627).

» Ad stercus Porcinum decembr., in *Insula Cubæ*. Sporidia 0,0004 lin. long.— 0,002 lin. larg. »

Cette espèce, que je ne connais pas, doit être voisine des précédentes. Sa forme en coupe, comme le peu d'ampleur des thèques, peuvent provenir de la dessiccation ; nous avons vu aussi la dessiccation faire passer au brun la couleur violette des spores qui est probablement primitive dans cette espèce. Je crois aussi qu'il faut dire, *sporis rimosis*, pour les raisons que j'ai déjà indiquées.

2. Réceptacle non marginé, même chez les jeunes individus, plan, puis convexe, jamais concave.

8. Ascobolus æruginëus (Pl. 7, XII), Fries, *Obs.* 2, p. 310 (?); *Syst. myc.*, II, p. 165.

Ascobolus marginatus Schum., *Sæll.*, 2, p. 437 ; *Flora Danica*, t. 1856, fig. 3. — Crouan, *Fl. du Finist.*, p. 57. — Cooke, *loc. cit.*

Ascobolus immarginatus, Beccari.?

Gregarius aut sparsus, Asc. furfuraceo paulo minor, luteovirens vel olivaceus, non marginatus, glaber, disco plano dein convexo sæpe in spec. maximis flexuoso.

Receptaculum primo globosum aut subcylindricum, leve, subnitens et translucens, e colore luteo-virente ad olivaceum in adultis vergens sed non purpurascens. Discus limbo marginali, in junioribus, thecis maturis destituto et tunc forsan ab auctoribus marginatus dicitur, in adultis omnino nigro-punctatus.

Paraphyses graciles, septatæ, hyalinæ, gelatina sulfureo-virescente immersæ. Thecæ clavatæ, hyalinæ ad basin attenuatæ, summo apice umbonatæ, sporas 8 includentes. Sporæ ellipticæ minus rimosæ et sæpe leves, violaceo-purpureæ aut intense violacæ.

Ad stercus vaccinum et etiam cuniculorum, in locis humentibus aut turfosis sylvarum, Asc. furfuraceo rariorem reperi circa *Montmorency*. In fimo equino Fries in *Suecia* reperit, Schumacher in vulpino in *Dania*. — *Anglia*, *Italia*, etc.

Il est quelquefois bien difficile de distinguer nettement cette espèce des variétés verdâtres des *Asc. vinosus* et *furfuraceus* (var. 3), dont le bord se trouve détruit. La couleur est cependant plus verte, la marge manque complétement même chez les jeunes individus; la taille est la même, l'apparence est plus translucide; on distingue assez bien les thèques mûres encore immergées qui se trouvent sur le bord; les spores sont peut être moins fissurées et plus fréquemment lisses. Le disque a souvent une zone marginale unie et privée de thèques mûres, comme on le remarque dans la figure du *Flora Dan.*, mais ce caractère n'est pas constant.

Dans la dernière période évolutive, il est impossible de distinguer ces trois espèces, les spores étant trop variables pour offrir des caractères précis.

Fries décrit l'*Asc. æruginеus* comme marginé. Peut être a-t-il en vue la var. n° 3 du *furfuraceus;* mais mon espèce paraît bien celle que Schumacher a figurée dans le *Flora Dan.* et que Fries cite comme synonyme de son *A. æruginеus.*

9. Ascobolus glaber (Pl. 7, XIII à XV), Pers. (pro maxima parte).

Ascobolus glaber, Pers., *Obs. myc.*, I, p. 34 (pro parte, tab. 4, fig. 7, ad Saccobolum Kerverni potius referendus), *Synop. fung.*, p. 667, *Mycol. eur.*, I, p. 340 (var. γ certe diversus). — Bivona, *Man.*, IV, p. 27, tab. VI, fig. 4. — Alb. et Schw., p. 348. — Fries, *Syst. myc.*, II, p. 164. — Chevallier, *Fl. env. Paris*, I, p. 383. — Mérat, *Fl. env. Paris*, I, p. 254. — Berkeley, *Engl. Fl.*, V, p. 209, *Outl.*, p. 374. — Cooke, *Mon. in Journ. of Botany*, n° 14. — Crouan, *Fl. du Fin.*, p. 57. — Non Cœmans, *loc. cit.*, nec Kickx, nec Persoon, *Tentamen Disp. meth. Fung.*

Ascobolus albidus, Crouan, *Ann. sc. nat.*, 1858, t. X, pl. 13, A, fig. 1-6; *Fl. Finist.*, p. 57. — Nylander, *Obs. c. Pez. Fenniæ*, p. 83.

Minutus, 1 mill. circiter latus, congestus, rarius sparsus, gla-

ber, lucidus et subgelatinosus, sæpius pallide fulvus basi pallidiore; thecis valde exsertis.

Receptaculum oblongo-globosum, dein piriforme, 0,001 mill. latum vix ultra, basi immersa hemisphæricum apparens, superne planum aut convexum, extus glabrum, lucidum, subgelatinosum, translucens, et tunc sporis maturis in thecis non exertis inclusis facile conspicuis. Color plus minusve in disco non marginato fuscescens ad basin pallidior, rarius omnino albidus. Paraphyses graciles, simplices aut ad basin divisæ, septatæ, hyalinæ ut thecæ gelatina albida aut fuscescente immersæ. Thecæ hyalinæ, elongatæ, amplæ, ad basin attenuatæ, summo apice umbonatæ, sporas 8 includentes. Sporæ pulchre violaceæ, ellipticæ, varie rimosæ aut rimoso-vermiculatæ, aut etiam leves et ut in cæteris sæpe brunnescentes.

Frequentissima species ad stercus equinum, asininum, rarius vaccinum, ovinum, etc., in Europa fere omni; vulgaris circa *Parisios*.

Formam majorem et vere diversam reperi (*Montmorency*), forsan ad var. (Persoon, *Obs. myc.*, pars I, p. 33), referendam. Sed ut semel legi pro varietate tantummodo describo.

Varietas *lenticularis* (Pl. 7, XV).

Pallide cinereo-livida, convexa subapplanata, lenticularis, typo duplo major, sparsa, minus gelatinosa, vix nitida; thecis crassioribus, sed paraphysibus non diversis; sporis magis ovatis.

Ad stercus equinum vetustum semel legi.

Formas typicas colore tantum diversas etiam reperi :

1° Totus albus aut albidus (Pl. 7, XIV).
Asc. albidus, Crouan, *loc. cit.*

2° Pallide fulvus, disco obscuriore (Pl 7, XIII).
Asc. glaber, Pers., pro maxima parte.

3° Fulvus, disco purpureo-brunneo.

Cet Ascobole est facilement reconnaissable à sa petite taille, à son aspect translucide, à sa couleur blanchâtre plus ou moins teintée de fauve sur-

tout supérieurement, mais jamais d'un jaune verdâtre comme chez les précédents ; à son aspect piriforme que l'on ne reconnaît bien que lorsque l'on a enlevé avec une aiguille les individus qui sont toujours à demi-enfoncés. Les caractères anatomiques de l'hymenium n'offrent pas de différence ; le gélin seul est blanchâtre et jamais jaune : les spores sont aussi plus fréquemment à fissures vermiculées que dans les autres espèces. La membrane latérale indiquée comme spécifique par MM. Crouan, est, comme je l'ai déjà dit, commune à la plupart des autres espèces, et manque d'ailleurs dans bien des cas.

Le variété *lenticularis* pourrait peut-être constituer une espèce distincte ; mais n'en ayant pas vu d'individus jeunes et ne l'ayant rencontrée qu'une seule fois, je ne puis assurer si ses caractères sont constants ; il pourrait se faire que ce fût le type déformé par l'âge.

Les variétés pâles ou blanches sont plus fréquentes dans les endroits ombragés et humides des bois, les variétés foncées se rencontrent au contraire dans les lieux découverts.

Plusieurs auteurs, Kickx et M. Cœmans entre autres regardent comme l'*Asc. glaber* de Persoon le *Saccobolus Kerverni*. Il est certain pour moi que Persoon a vu les deux espèces, mais qu'ayant négligé les caractères anatomiques, comme on le faisait alors, il les a confondues. J'ai dû regarder comme le véritable *A. glaber* l'espèce que je décris, qui m'a paru être celle désignée le plus souvent par ce célèbre mycologiste.

10. Ascobolus Leveillei, Boud. (Pl. 7, XVI).

Præcedentis magnitudine sed sine dubio diversus, congestus, brunneus, extus opacus et minutissime furfuraceus, gelatina sulfurea thecis exertis conspicua dissilientibus inclusa.

Receptaculum semi-immersum piriforme, brunneum, pruinosum, parte supera non plana sed margine siccitate inflexo rotundata, aut hymenio erumpente convexa ; gelatina sulfurea. Paraphyses elongatæ, septatæ, graciles, hyalinæ, ad apicem vix incrassatæ. Thecæ longissime exsertæ, amplæ, clavato-cylindricæ, hyalinæ, ad extremitatem umbonatæ, sporas 8 includentes. Sporæ intense-violaceæ, non adhuc rimosæ repertæ, ovato-ellipticæ, a latere ampullaceæ.

Ad stercus equinum in aridis graminosis circa Parisios (*Herblay*).

Cette espèce, voisine de la précédente, en est cependant bien distincte

par sa couleur brune opaque, par la furfuration fine qui existe à l'extérieur et aussi par la couleur sulfurine de son gélin évidemment érumpent. Les thèques sont très-saillantes et moins nombreuses. Je n'ai jamais trouvé les spores fendillées, bien que je pense qu'elles puissent se rencontrer ainsi.

Quoique cette espèce ne soit pas distinctement marginée (c'est-à-dire à marge saillante), elle pourrait passer pour l'être, en raison de la nature érumpente de l'hymenium qui se fait jour à travers la membrane externe et la relève quelquefois un peu sur les bords. La différence de couleur rend encore ce fait plus apparent. Par un temps sec ou même après la déhiscence, le gélin se dessèche et la plante ressemble alors assez bien à une *Nectria*. Elle est assez rare.

b. Espèces à réceptacle garni de poils.

11. Ascobolus porphyrosporus, Fries.

Octospora porphyrospora, Hedw., *Musc. frond.*, II, p. 25, tab. VII, fig. A.

Ascobolus porphyrosporus, Fries, *Syst. Myc.*, II, p. 163; *Summ.*, p. 358.

Peziza porphyrospora, Lam., *Encycl.*, IV, p. 211.

« Sessilis, subcylindricus, luride-viridis, externe hirtulus.

» Gregarius, minor; junior nunc conoideus, nunc globosus, ille æqualiter in formam cylindricam, hic superne in cupulam rotundatam abit; sub lente extus hirtulus, deorsum vero glaber dilutior. Sporidia ovata, e fusco rutilantia, luci obversa purpurea.

» In straminibus fimi veteris equini. Autumno, æstate. » *Suecia* Fries, *Gallia*; *Germania*.

Cette espèce est rare. Je ne l'ai pas encore vue. Je donne donc la description d'après Fries, n'ayant pu me procurer l'ouvrage d'Hedwig, ce que je regrette d'autant plus que l'espèce suivante a aussi le réceptacle extérieurement velu quoique d'une manière peu visible.

B. Spores très-grosses, toujours lancées agrégées, mais facilement séparables, entourées chacune complétement par une membrane hyaline; épispore lisse ou peu et irrégulièrement fendillé.

12. Ascobolus immersus, Pers. (Pl. 8, XVII).

Ascobolus immersus, Pers., *Tent. disp. Meth. Fung.*, p. 35; *Obs.*, p. 35, tab. 4, fig. 7 *d e*; *Syn.*, p. 677; *Myc. eur.*, p. 341. — Nees, *Syst.*,

fig. 297 (ex Persoon), ††† solummodo; fig. *a, b.* ad Asc. glabrum pertinentes — Fries, *Syst, myc.*, II, p. 164, — Chevallier, *Fl. env. Paris,* I, p. 303. — Mérat, *Fl. env. Paris,* p. 253. — Cœmans, *Not. Asc.*, p. 12, nº 1. — Kickx, *Fl. Crypt. Flandr.*, t. I, p. 478.

Ascobolus macrosporus, Crouan, *Ann. sc. nat.*, 1857, t. VII, pl. 4 B, fig. 5-8.— Cooke, *Mon.*, nº 23.

Ascobolus gigasporus, De Notaris, *Prof. dei Dysc.*, in *Comm. del Soc. Critt. Ital.*, 1863, p. 360.

Immersus sed etiam plus minus-ve erumpens, 1-1 1/2 mill. latus, luteo–virens, subgelatinosus, sub lente forti minutissime pilosus; thecis maximis, parcis, fasciculatis, longe exsertis, oculo nudo conspicuis.

Receptaculum immersum aut vix exsertum, piriforme, luteo-virente in disco saturatiore, extus pilis minutissimis continuis, hyalinis, simplicibus aut fasciculatis, lente composita tantummodo conspicuis. Discus erumpens, gelatinosus, nitens, subundulatus. Paraphyses hyalinæ, septatæ, graciles, ad apicem vix crassiores, thecis longiores in gelatina sulfurea immersæ. Thecæ maximæ, amplæ, hyalinæ ad basin minus attenuatæ, ad apicem umbonatæ, sporas 8 includentes. Sporæ maximæ, aggregatæ, membrana hyalina singulatim circumdatæ, sed aliquoties nudæ, pulchre violaceæ aut, ut in omnibus brunnescentes, ellipticæ, leves aut vage rimosæ.

Ad stercus vaccinum frequens, sed ægre reperitur; ad stercus ovinum facilius, rarius in equino. In Europa præsertim temperata, *Gallia*, *Anglia*, *Belgia*, *Germania*, *Suecia*, *Italia* et forsan in cæteris regionibus. Frequentissimus circa *Parisios*. In *America boreali*, Schweinitz, etiam in *Chile australi*.

Formas colore tantum diversas reperi :

α. Luteo-virens.

β. Luteo-aurantiacus.

γ. Disco plus minusve fulvo-purpurascente.

Cette espèce est facilement reconnaissable, non-seulement à son état toujours immergé ne laissant voir le plus souvent que le disque, mais aussi à la taille de ses thèques et de ses spores qui surpasse de beaucoup

celle des autres espèces. Le petit nombre de thèques saillantes qui ne dépassent pas huit à dix par cupule et leur saillie les font paraître fasciculées. Le disque est gélatineux, et plus ou moins ondulé par la saillie et la destruction des thèques. L'extérieur, qu'on ne peut bien voir qu'en soulevant les cupules avec une aiguille, paraît à la loupe légèrement furfuracé. Il faut une forte loupe pour distinguer la villosité et les poils ne se voient même bien qu'à l'aide du microscope ; c'est ce qui fait, sans doute, qu'ils n'ont pas été indiqués. Ces poils sont plus visibles sur les individus qui sont un peu saillants, comme cela a lieu quand on le rencontre sur les crottes de brebis. Les spores sont souvent lisses, mais souvent aussi elles n'ont qu'une fissure simple ou ramifiée presqu'à angle droit dans leur longueur, très-rarement, et par sécheresse probablement, je les ai trouvées fendillées en aréoles ; je ne les ai jamais vues à stries parallèles ou vermiculées comme dans la plupart des espèces précédentes; mais j'ai pu remarquer qu'elles sont également sujettes aux hypertrophies et à l'avortement.

Comme M. Cœmans, je réunis l'espèce de MM. Crouan à celle de Persoon, car les variations indiquées expliquent bien les légères différences observées par ces deux auteurs.

Je crois qu'il doit en être ainsi de l'*Asc. gigasporus* de M. De Notaris, qui a été établi certainement sur des échantillons un peu avancés. Les spores au nombre de 2-5 ne suffisent pas pour séparer ces deux espèces, puisque nous avons vu que ces organes sont sujets aux avortements dans les Ascoboles, et leur nombre irrégulier prouve qu'il en est ainsi. De plus l'absence du limbe membraneux s'observe aussi dans l'*Asc. immersus*, surtout sur les vieux échantillons. Bien que je n'aie pas vu d'échantillons authentiques, la similitude des autres caractères me force à les réunir et à ne considérer l'espèce de M. De Notaris que comme un état maladif ou trop avancé de l'*Asc. immersus.*

Par ses spores agrégées l'*Asc. immersus* établit d'une manière évidente le passage du genre *Ascobolus* au genre *Saccobolus*, mais elles sont toujours facilement séparables.

SACCOBOLUS (1), Boud.

(Pl. 8 et 9, XVIII à XXI.)

Ascobolus, Pers. et omnium auctorum recentiorum.

Receptaculum carnosum, sessile, extus glabrum, nitidum. Hymenium planum dein convexum, lucidum, *thecis minus exser-*

(1) De σάκκος, sac, et βόλος, jet.

tis granula nigra nitida simulantibus vestitum. Paraphyses numerosæ, minus graciles, ad apicem incrassatæ, septatæ, simplices aut ramosæ; intus vix granulosæ, *longitudine thecas æquantes*, gelatina vix conspicua immersæ. Thecæ *curtæ*, amplæ, ad apicem *subquadratæ*, ad basin attenuatæ et tunc *subcuneiformes*, operculo *sæpius triangulari non umbonato* dehiscentes, sporas 8 includentes. Sporæ episporio ceraceo, *leve*, *rarissime minute et sæpius transversim rimoso*, *membrana communi inclusæ*, maturæ ad extremitatem thecæ varie aggregatæ.

Species minores stercorariæ.

Ce genre se distingue facilement du précédent par ses thèques courtes et larges, moins proéminentes et ne paraissant à la maturité que sous la forme de points noirs arrondis et saillants ; par ses spores réunies par une membrane commune et ses paraphyses plus courtes. L'opercule est triangulaire. Les spores sont d'une forme différente, bien moins souvent fendillées et jamais longitudinalement, et bien plus rarement sujettes aux hypertrophies si fréquentes dans les Ascoboles ; leur couleur passe aussi fréquemment au brun.

Toutes les espèces sont stercoricoles, les plus grandes atteignent à peine la taille des plus petites espèces du genre précédent.

1. Saccobolus Kerverni, Boud. (Pl. 8, XVIII).

Ascobolus Kerverni, Crouan, *Ann. sc. nat.*, 1858, t. X, pl. 13 B, fig. 7-10; *Flor. du Fin.*, p. 57. — Cooke, *Mon.*; n° 24, fig. 8.

Ascobolus glaber, Cœmans, *Not. Asc. Belg.*, 1862, p. 14.— Kickx, *Fl. Crypt. des Flandres*, I, p. 478.

Ascobolus glaber (ex parte), Pers.

Minutus, 1-2 millim. latus, sparsus, rarius congestus, semiglobosus, aureus aut succineus, glaber, nitens ; disco plano, sæpe saturatiore et thecis maturis nigro punctato ; paraphysibus luteis.

Receptaculum glaberrimum, nitens, primo globosum, disco plano tandem convexo ; color aureus aut succineus in parte supera saturatior, in exoletis brunnescens. Paraphyses ra-

mosæ, septatæ, ad apicem sensim clavatæ, aureæ aut luteo-virentes, gelatina parum conspicua immersæ. Thecæ amplæ, hyalinæ, subcuneiformes, rectæ aut curvatæ, operculo triangulari plano. Sporæ elliptico-fusiformes, e roseo colore ad violaceum aut cinereo-violaceum vergentes, leves, rarius minute et irregulariter rimosæ, siccitate aut vetustate brunneæ.

Ad stercus vaccinum exsiccatum rarius ovinum, satis frequenter reperitur. *Gallia*, in *Armorica* Crouan; circa *Parisios* ipse frequenter reperi ; *Anglia* Cooke ; *Belgia* Kickx, Cœmans, etc.

Formas colore diversas vidi.

α. Aureus aut succineus.

β. Brunneus aut fulvus in statu exoleto.

Cette espèce se distingue facilement des suivantes par sa belle couleur jaune ambré, ses paraphyses colorées de même, et surtout par ses spores un peu plus grosses et plus obtuses aux deux extrémités, plus constamment violettes qui permettent de le reconnaître même dans de vieux échantillons. Elles ne sont pas groupées de même, mais toujours disposées comme suit : quatre séries de deux spores appliquées parallèlement, opposées deux à deux ; mais dont deux placées un peu plus bas que les deux autres de manière que le milieu des deux premières spores d'une série correspond au niveau de l'extrémité des autres.

Persoon a certainement vu cette espèce, c'est même elle qu'il décrit dans son *Tentamen disp. Fung.*, et qu'il semble avoir figurée dans ses *Observationes*, t. I, tab. IV, fig. 7, si l'on peut s'en rapporter à ses détails anatomiques. Mais, comme je l'ai dit, la majeure partie de ses descriptions s'appliquant à l'*Asc. glaber*, j'ai dû conserver le nom de MM. Crouan qui ont parfaitement décrit cette espèce.

2. Saccobolus violascens, Boud. (Pl. 8, XIX).

Sparsus aut aggregatus, minutus, 1-2 mill. latus, rotundatus aut plus minusve flexuosus, glaber, nitidus, subgelatinosus, cinereo-violaceus, disco convexo; paraphysibus ad apicem piriformi-incrassatis, apice violascentibus.

Receptaculum sessile, glabrum, lucidum, hemisphæricum dein plus minusve expansum, violaceum aut cinereo- violaceum, disco

vix saturatiore convexo rarius undulato. Paraphyses simplices aut divisæ, septatæ, hyalinæ, sed ad apicem articulo piriformi pallide violaceo sæpe secedente terminatæ, gelatina vix conspicua immersæ. Thecæ crassæ, hyalinæ, ad basin attenuatæ, operculo plano triangulari dehiscentes, sporas 8 includentes. Sporæ oblongo-subacuminatæ, sæpe leviter curvatæ, primo hyalinæ, dein roseæ serius in colorem cæruleo-violaceum aut violaceo-nigrum vergentes, maturæ sic aggregatæ : sex in duabus seriebus juxtapositis et duæ in commissura sitæ.

Ad stercus cuniculorum autumno et hieme tempore pluvioso reperi præsertim locis apertis. Satis frequens circa *Montmorency, Meudon*, D[r] Léveillé.

Indépendamment de la couleur, cette espèce se distingue surtout de ses voisines par ses paraphyses dont l'extrémité supérieure se termine par un article piriforme coloré, d'autant plus facilement séparable, que le gélin les agglutine. Toutefois, comme on trouve toujours quelques paraphyses entières, on constate facilement le caractère que je viens d'indiquer. Les spores sont un peu plus petites que celles du *S. Kerverni*, moins obtuses et moins régulières, de plus, elles ne sont pas agglomérées de la même manière et forment une petite masse oblongue plane d'un côté et convexe de l'autre.

3. Saccobolus neglectus, Boud. (Pl. 9, XX).

Minutissimus, 1/4-1/2 mill. latus, oculo nudo sæpius vix conspicuus, albus aut cinerascens, glaber, disco convexo vetustate brunneo, thecis maturis creberrime nigro-punctato; paraphysibus hyalinis ad apicem vix incrassatis.

Receptaculum convexum, primo globosum, glabrum, vix nitens, album aut cinerascens aut etiam cinereo-purpurascens, basi pallidiore. Discus sæpe fulvus, thecis exsertis aliquoties adeo tectus ut niger apparet. Paraphyses simplices aut ramosæ, ad apicem vix incrassatæ, hyalinæ, septatæ, gelatina vix conspicua immersæ. Thecæ minutæ, crassæ, ad basin attenuatæ, hyalinæ, operculo plano triangulari dehiscentes. Sporæ etiam minores, oblongo-subacuminatæ, irregulares, subcurvatæ, e colore roseo in cinereo-violaceum et nigrum vergentes; sub-

violaceæ; maturæ ut in precedente specie dispositæ sex in duabus seriebus juxtapositis et duæ in commissura sitæ.

Frequentissima sed difficile visu in stercore equino, asinino, vaccino et præsertim ovino in quibus sæpe subimmersa est. *Montmorency*.

Color variat :

α. Albus aut albidus, disco thecis nigro punctato.

β. Cinerascens, disco purpurascente aut fulvescente.

Formam vere diversam etiam reperi in stercore vaccino :

Varietas A. Forma typica multo major, *Saccobolum violascentem* magnitudine æquans, colore ochraceo superne violascente, paraphysibus violaceo-tinctis cylindraceis nec piriformi-articulatis certe differt.

Aggregatum semel tantum legi.

Cette petite espèce est voisine de la précédente, mais certainement distincte; d'abord sa taille est bien moindre encore, et souvent si exiguë qu'il est presque impossible de la voir à l'œil nu. Ses thèques et ses spores sont toujours plus petites, quoique de même forme; ses paraphyses ne sont jamais terminées en une petite massue piriforme qui se voit dans le *S. violascens*. La couleur des spores, qui passe rapidement au gris ou au noir, reste peu de temps rose ou violette et sont peut-être un peu moins acuminées.

Elle croît plus éparse sous forme de petits tubercules arrondis qui se couvrent souvent d'une si grande quantité de thèques qu'ils en paraissent noirs. On la rencontre très-fréquemment, surtout sur les crottes de brebis; elle est plus difficile à trouver sur les autres matières.

La variété A est peut être une espèce distincte, sa taille est bien quatre fois plus grande, ses paraphyses sont un peu colorées, mais de même forme.

4. Saccobolus globulifer. Boud. (Pl. 9, XXI).

Precedenti simillimus statura et colore, differt tantum sporis maturis in globulum rotundatum aggregatis, pressione trigonis, verrucosis præsertim ad latera.

Cupula hemisphærica, glabra, vix nitida, alba, dein pallide cinereo-purpurascens, disco subplano. Paraphyses septatæ hyalinæ

ad apicem vix incrassatæ, simplices aut ramosæ ; gelatina non conspicua. Thecæ crassæ, curtæ, ad apicem subquadratæ, ad basin attenuatæ, hyalinæ, operculo plano. Sporæ colore roseo in cinereo-violaceum vergentes, maturæ in globulum rotundatum aggregatæ, membrana non ampullacea cinctæ, oblongo-ovatæ basi et apice subacutæ, pressione trigonæ, facie externa verrucis minutis præsertim ad margines præditæ.

Ad stercus cuniculorum in umbrosis humidis locis argillosis semel reperi : *Ecouen !* prope Parisios.

Les caractères du *S. globulifer* m'ont paru si importants que je n'ai pas cru devoir le réunir comme variété à la précédente. Toutefois connaissant les modifications si grandes que peuvent éprouver les spores, je me demande si ce ne serait pas une forme maladive du *S. neglectus*, le caractère des spores rugueuses à leur surface externe peut être attribué à une condensation particulière de la matière céracée de l'épispore. Le globule parfaitement arrondi, rarement oblong, que forment les spores mûres, ainsi que la membrane qui les entoure régulièrement au lieu de se montrer sous forme d'ampoule pourraient dépendre de la même cause. La couleur des spores est cependant moins grise ou noirâtre et plus violette. Je dois ajouter que j'ai examiné plus de vingt individus de cette espèce, et qu'ils m'ont tous offert des caractères constants, c'est ce qui m'a décidé à la maintenir.

Ascobolei genuini incertæ sedis.

On trouve dans les auteurs un petit nombre d'Ascoboles à spores colorées, qui n'ayant pas été décrits d'une manière assez complète, pourraient tout autant se rapporter à l'un ou l'outre des genres précédents ou même à quelques-unes des espèces déjà décrites. J'ai cru devoir les séparer pour éviter toute erreur ; ce sont :

1. Asc. sphæricus, Preuss, *Linnæa*, t. XXIV, 1851, p. 146.

« Immersus, minutus, sphæricus, rugosus; ascis cylindricis hyalinis albis, sporis octo, ovatis nigrescentibus; guttulis oleosis sub innis ; paraphysibus clavatis.

» In fimo canino, prope Hoyerswerda (Amer. sept.), septembre. »

Il est difficile d'assigner une place précise à cette espèce qui pourrait tout aussi bien être un *Ascobolus* qu'un *Saccobolus*. Les caractères attribués aux spores (*guttulis oleosis sub innis*) pourraient parfaitement se rapporter aux rugosités de l'épispore; leur couleur noirâtre n'est pas certaine, puisque le même auteur attribue comme caractère aux spores du genre *Ascobolus* (même page) le mot *atræ*.

2. Asc. daldinianus, De Notaris. *Al prof. dei disc.* in *Comm. della soc. critt. Ital.*, n° 5, 1863, p. 360.

« Affinis *Asc. granuliformi*, Crouan, differt paraphysibus apice haud incrassatis; sporidiis violaceis cum nucleo subtiliter punctulato.

» Su mete vaccine nel Locarnese, Rev. Daldini. »

Les observations précédentes se rapporteraient bien encore à cette espèce qui pourrait cependant être la même que le *S. neglectus*. Toutefois il m'a semblé difficile d'admettre que M. de Notaris eût négligé le caractère tiré des spores lancées en une petite masse non séparable, bien différent en cela de l'*Ascobolus granuliformis*. Les spores n'ont pas en outre les mêmes caractères, et leur couleur aidant, il se pourrait aussi que cette espèce dût être placée près de l'*Asc. glaber*.

L'insuffisance des caractères me force donc à le considérer comme espèce douteuse.

3. Ascobolus rufopallidus, Krst., *Pez. Asc.*, p. 44. — Nylander, *Obs. circ. Pez. Fen.*, p. 85.

« Subgregarius, obconicus, glaber, $0^{mm},5$ circiter latus, rufescens, disco plano-concavo papillato pallidiore, margine tenui, fimbriato, sporis ellipsoideis simplicibus mediocribus, demum nigris. »

4. Ascobolus lapponicus, Krst., *l. c.* — Nylander, *Obs. circ. Pez. Fen.*, p. 85.

« Gregarius, gelatinosus, e plano-concavo plano-convexus, glaber, submarginatus, flavido-pallens; disco virescenti-pallido, $0^{mm},3$ circiter latus, sporis oblongo-ellipsoideis mediocribus, dein nigris.

» Ad fimum *Lemmi Norvegici*. »

Cette espèce et la précédente habitent le nord de l'Europe.

ASCOBOLEI SPURII.

(Pl. 9 à 12, XXII à XLIV.)

SPORÆ *episporio membranaceo hyalino, leve non rimoso* aut rarissime et vix granuloso. THECÆ *vix prominulæ* (unicum genus exceptum) et minus uniter explodentes ; discus tunc *crystallino-papillatus* et minus frequenter levis.

Cette section est exactement intermédiaire entre les Ascoboles vrais et les Pezizes; elle relie parfaitement le genre *Ascobolus* aux *Humaria*. Elle se reconnaît facilement à ses spores non colorées, à épispore membraneux, et à la moindre saillie des thèques, de sorte que le disque paraît couvert de petits points cristallins saillants et brillants.

J'ai dû encore diviser cette section en trois genres qui m'ont paru indispensables, afin de grouper suivant leurs affinités les espèces qui en font partie. Les caractères de ces genres sont du reste basés sur des différences importantes et faciles à constater.

THECOTHEUS (1), Boud.

(Pl. 9, XXII.)

ASCOBOLUS, Crouan et recentiorum auctorum.

RECEPTACULUM ceraceum, sessile. HYMENIUM *erumpens*, immarginatum, opacum, subpruinosum, primo planum dein convexum, *thecis longe exsertis crystallino-asperum*. PARAPHYSES *longiores, gracillimæ, numerosæ*, gelatina immersæ. THECÆ *maximæ*, elongatæ sed amplæ, in specie nota *polysporæ, ad apicem subumbonatæ, maturæ dimidia parte* circiter *exsertæ*. SPORÆ hyalinæ, nucleo medio conspicuo, liberæ, majores, episporio leve, in junioribus aliquoties mucilagine singulatim circumdatæ.

Species unica nota pro sectione major, stercoricola.

Ce genre, qui établit d'une manière évidente le passage entre la section précédente et celle-ci, se rapproche du genre *Ascobolus* par la grande saillie de ses thèques qui font paraître le disque couvert de petites pointes cristallines; mais le manque d'épispore coloré l'en éloigne complétement,

(1) De θήκη, thèque; ὠθέω, je pousse.

et le force à être placé parmi les *Ascobolei spurii*. Il se distingue facilement des genres suivants, non-seulement par cette saillie remarquable, mais encore par ses paraphyses longues, grêles et nombreuses, par son gélin plus abondant et surtout par son disque érumpent, caractère qui se voit mieux dans les jeunes individus. Quoique la présence du gélin soit évidente, le disque paraît terne et même très-légèrement pruineux dans un âge avancé, ce qui paraît tenir surtout à la longueur des paraphyses. L'aspect général est aussi bien différent.

THECOTHEUS PELLETIERI, Boud. (Pl. 9, XXII).

ASCOBOLUS PELLETIERI, Crouan, *Ann. sc. nat.*, 1857, t. VII, p. 173, pl. IV, A, fig. 1-4 ; *Fl. du Finist.*, p. 56. — Cœmans, *Not. Asc. Belg.*; *Spic. myc.*, nº 1, p. 15, et *Bull. Soc. bot. Belg.*, I, p. 88, nº 5. — Kickx, *Fl. Crypt. des Flandres*, I, p. 477.

Sparsus aut aggregatus, conicus aut subrotundatus, 1-2 millim. latus, pruinosus, cinereus aut cinereo-lilacinus, disco prominente saturatiore opaco.

Receptaculum primo conicum, dein cylindricum denique rotundato-applanatum, griseum aut cinereo-lilacinum, extus pruina subtilissima alba tectum, disco opaco sæpius saturatiore. Paraphyses graciles, thecis longiores, septatæ, hyalinæ, ad basin divisæ, in gelatina hyalina immersæ. Thecæ elongatæ, maximæ, amplæ, ad apicem operculo subumbonato dehiscentes, sporas 32 includentes. Sporæ hyalinæ, majores, elliptico-subacuminatæ, juniores guttulis minutis evidenter repletæ et gelatina singulatim cinctæ, adultæ nudæ, nucleo unico medio absque guttulis.

Satis frequenter reperitur. Ad stercus vaccinum vetustum, rarius equinum, ovinum, rarissime caninum. Circa Parisios, *Montmorency* ipse ; *Courbevoie*, Dr Léveillé, 1829 (sub nomine *Asc. polyspori*), etc.; *Armorica*, Crouan ; *Anglia*, Cooke ; *Belgia*, Cœmans, Kickx., etc.

Cette espèce est bien reconnaissable entre tous les Ascobolés par sa couleur d'un gris violacé ou rosé, par sa pruine blanchâtre et ses thèques grandes, très-saillantes et contenant trente-deux spores. Le granules qui s'observent souvent dans les jeunes spores disparaissent toujours à la maturité, il en est de même de leur enveloppe mucilagineuse ; adultes elles sont toujours fort nettes et pourvues d'un nucléus bien apparent.

RYPAROBIUS (1), Boud.

(Pl. 9 et 10, XXIII à XXVII.)

Receptaculum *minutissimum*, vix oculo nudo conspicuum, ceraceum, marginatum, sessile, disco plano ; thecis promi-nulis punctato, siccum margine inflexo rotundatum. **Paraphyses** *raræ* aut *rarissimæ*, curtæ, septatæ, gelatina vix conspicua immersæ. Thecæ minutæ sed pro ratione *amplissimæ*, sæpe ovatæ, ad basin vix attenuatæ ; *semper polysporæ*, operculo maximo convexo dehiscentes, maturæ *discum parum superantes*. Sporæ *minutissimæ*, hyalinæ, numerosissimæ, nunquam intus granulosæ, nucleo vix conspicuo, maturæ in globulum oblongum aggregatæ sed facile disjunctatæ.

Ce genre est remarquable par la petitesse des espèces qui le composent; les plus grandes, en effet, dépassent à peine 1/10 de millimètre, par l'ampleur relative de leurs thèques qui sont quelquefois tout à fait ovales, par le grand nombre de spores qu'elles contiennent et par la rareté de paraphyses. Il forme un groupe fort naturel dans les Ascobolés. Le réceptacle est quelquefois marginé, mais la marge est irrégulière et plus ou moins déchiquetée; le disque n'est bien apparent que lorsqu'il est saturé d'humidité ; par la sécheresse, il se resserre et le réceptacle n'apparaît que comme un point arrondi. Il faut un grossissement de 30 à 50 diamètres pour bien voir la saillie des thèques qui font l'effet de mamelons arrondis, car la petitesse de ces petits cryptogames est telle qu'on les distingue à peine à la loupe. Leur étude est par cela même fort difficile surtout si l'on tient à bien préciser le nombre de leurs spores.

Les espèces qui composent ce genre se rencontrent en abondance extrême sur les déjections animales, principalement sur celles du chien, dont la couleur généralement plus blanche permet de les apercevoir plus facilement. Les individus sont rarement épars, et quelquefois leur abondance est telle qu'ils recouvrent entièrement ces matières d'une couche brune ou rougeâtre.

1. Ryparobius brunneus, Boud. (Pl. 9, XXIII).

Confertissimus, minutissimus, fulvo-brunneus, disco concolore subconvexo, thecis 32 sporis.

(1) ῥυπαρός, sale; βίος, vie.

Receptaculum perpusillum, fulvo-brunneum ad basin pallidiore, glabrum, margine obscuriore, disco convexo saturatiore. Paraphyses raræ, hyalinæ, septatæ, ad apicem vix incrassatæ. Thecæ hyalinæ, oblongæ, amplæ, curtæ, ad basin subattenuatæ, sporas 32 ? includentes. Sporæ oblongo-ovatæ, minutæ, hyalinæ, utrinque subacutæ.

Confertissimam reperi hanc speciem ad excrementa humana exsiccata sed rarius; sparsam ad stercus vaccinum et asininum. *Montmorency* prope Parisios.

Cette espèce paraît n'avoir que trente-deux spores. Elle se distingue en cela de ses voisines qui en ont au moins le double. Le disque m'a paru aussi plus convexe, le bord plus régulier et moins visible. Elle est moins commune que la suivante.

2. Ryparobius Cookei, Boud. (Pl, 9, XXIV).

Myrothecium stercoreum, Tode, *Fung. Meckl.*, tab. V, fig. 40 (ex parte).

Ascobolus Cookei, Crouan, *Flor. du Fin.*, p. 56, pl. suppl., fig. 3.

Ascobolus myriadeus, Karsten, *Syn. Pez. et Asc. Fen.*, secundum Nylander (1).

Confertissimus rarius sparsus, 1/10 à 1/5 mill. latus, extus brunneus, disco pallido fulvo marginato, thecis 64-sporis.

Receptaculum minutissimum, hemisphæricum, glabrum, extus fulvum ad basin pallidiore, margine irregulare saturatiore, disco plano, albido aut pallide fulvo, thecis exsertis papillato. Paraphyses raræ, hyalinæ, septatæ, ad apicem vix incrassatæ. Thecæ hyalinæ, amplissimæ, curtæ, ad basin subattenuatæ, sporas 64 includentes. Sporæ oblongo-ovatæ, minutæ, hyalinæ, ad apicem vix acutæ.

Frequentissime reperitur circa Parisios ad stercus caninum, felinum, rarius ad alia. *Montmorency* ipse, et Dr Léveillé sub nomine *Saccinulæ stercoreæ*. *Armorica* Crouan ; *Germania* Tode.

(1) M. Nylander (*Obs. circ. Pez. Fenn.*, p. a7) regarde cette espèce comme n'appartenant pas aux Ascobolés, et devant être rangée parmi les Érysiphés, n'ayant pas le disque ouvert et étant sans épithécium. C'est une erreur : non-seulement cette espèce, comme toutes celles de ce genre, ont un hymenium ouvert et bien distinct, mais elles ont aussi les thèques saillantes des Ascobolés. Seulement elles doivent être étudiées après quelque temps d'exposition à l'humidité, puisque la marge devient connivente par la sécheresse.

Formas colore tantum diversas reperi :

1° Fulvus aut fulvo-brunneus disco et basi pallidioribus.

2° Pallide-fulvus, margine tantum obscuriore.

Le principal caractère qui peut faire reconnaître cette espèce de la précédente est le nombre de spores que ses thèques renferment et qui est d'environ 64, mais la difficulté est grande de les compter. De plus, la couleur quoique variable est généralement moins foncée sur le disque qui est aussi plus plan avec la marge plus accusée. La taille est peut-être aussi un peu plus grande, l'aspect général en est plus aplati.

Je suis persuadé que cette espèce, vu sa fréquence, est celle que Tode a décrite sous le nom de *Myrothecium stercoreum*, mais je n'ai pas cru devoir cependant adopter ce nom spécifique dans l'impossibilité où l'on est de savoir s'il n'appartiendrait pas aussi à l'*Ascophanus subfuscus* (*Peziza subfusca*, Crouan). Ces deux espèces sont tellement semblables, en effet, qu'il est impossible de les distinguer à la loupe sans le secours du microscope, et de plus, elles viennent sur les mêmes matières et très-souvent intimement mélangées. J'ai donc cru devoir accepter le nom donné par MM. Crouan qui ont les premiers bien décrit l'espèce.

3. Ryparobius felinus, Boud. (Pl. 10, XXV).

Confertus aut aggregatus, minutissimus fulvo-cinnamomeus, disco convexo saturatiore, margine vix conspicuo ; thecis sporas 64 oblongo-elongatas includentibus.

Receptaculum minutissimum, glabrum, fulvo-cinnamomeum deorsum pallidiore, disco convexo obscure marginato saturatiore, thecis exsertis papillato. Paraphyses rariores, hyalinæ, septatæ, ad apicem incrassatæ ; thecæ amplæ, oblongæ ad basin attenuatæ, sporas 64 includentes ; sporæ oblongo-elongatæ, hyalinæ.

Ad stercus felinum tantummodo reperi circa *Montmorency*.

Cette espèce ressemble beaucoup pour la forme et la couleur au *R. brunneus*, elle est cependant plus rousse et encore moins sensiblement marginée ; mais c'est surtout par ses spores de forme plus allongée qu'elle s'en distingue. Les thèques paraissent aussi un peu plus allongées, les paraphyses sont un peu plus claviformes et peut-être un peu plus nombreuses. Elle est aussi beaucoup plus rare.

4. Ryparobius dubius, Boud. (Pl. 10, XXVI).

Præcedentibus adhuc minor, semper sparsus, vix sub lente conspicuus, 1/10 mill. nunquam superans, totus pallide griseus aut fulvus, pellucidus, rotundatus, margine non distincto. Sporis numerosis forsan 128 ? in thecis ovatis.

Receptaculum rotundatum, sæpius immersum, disco convexo tantummodo erumpente, pallidum, pellucidum, immarginatum. Paraphyses nullæ aut rarissimæ curtæ, hyalinæ, septatæ. Thecæ oblongæ aut oblongo-ovatæ, hyalinæ, ad basin obtusæ v. vix attenuatæ, sporas 128? includentes. Sporæ oblongo-ovatæ, minutæ, hyalinæ, ad apicem subacutæ.

Frequentissime reperi in materia mucosa exteriore scybalorum ovium, immersum et sub lente vix conspicuum. *Montmorency.*

Cette petite espèce est intermédiaire pour le nombre de ses spores entre les précédentes et la suivante. Elle est certainement la plus petite de toutes et la moins visible ; c'est avec peine qu'on peut la découvrir à l'aide de la loupe, d'autant plus, qu'à moitié immergée et d'une nature pellucide, elle prend la couleur de la matière sur laquelle on la trouve et où on ne l'aperçoit que comme un léger point plus élevé rendu rugueux par la saillie des thèques. Elle se distingue des précédentes, outre le nombre des spores, par ses réceptacles immergés et toujours épars, par ses thèques non rétrécies à la base ou à peine atténuées et sa teinte plus pâle. Elle se rapproche de la suivante, mais s'en distingue facilement, par sa couleur et ses thèques moins ovales et à spores moins nombreuses ; elle est aussi plus petite, plus arrondie et plus isolée.

5. Ryparobius myriosporus, Boud. (Pl. 10, XXVII).

Nectria myriospora, Crouan, *Fl. du Finist.*, p. 37. tab. suppl., fig. 15.

Minutissimus congestus rarius sparsus 1/5 à 1/10 mill. latus, rufescens, rotundatus, disco plano ; thecis ovatis sporas numerosissimas includentibus.

Receptaculum glabrum, hemisphæricum, pallide rufescens, versus marginem irregularem et obtusum sæpius rubrum, disco

pallide carneo, thecis exsertis grosse papillato. Paraphyses rarissimæ, curtæ, hyalinæ, septatæ, ad apicem non incrassatæ, sæpius curvatæ. Thecæ amplissimæ, ovatæ, raro in junioribus ad basin vix attenuatæ, operculo amplissimo dehiscentes, sporas numerosissimas 200 vel 250 includentes. Sporæ ovatæ, minutæ, hyalinæ ad apicem subacutæ, juniores, ut vulgo, thecas replentes, adultæ versus apicem thecæ in globulum crassum congestæ.

Ad album græcum sat frequenter reperi circa Parisios: *Montmorency*. Ad stercus equinum in *Armorica* Crouan.

Cette espèce se reconnaît facilement à sa couleur d'un rose rouge d'autant plus foncé que le temps est plus sec et que l'espèce a été récoltée dans un endroit moins ombragé, à ses larges thèques ovales, sinuées au sommet vers la commissure et contenant plus de deux cents spores. Les paraphyses sont rares et souvent recourbées. Elle forme sur les matières indiquées des plaques plus ou moins rouges; on la rencontre rarement éparse.

Je ne doute pas que l'espèce décrite par MM. Crouan sous le nom de *Nectria myriospora*, n'appartienne à celle-ci; la difficulté est si grande de compter les spores qu'une erreur est facile, de plus la couleur est variable et plus ou moins pâle. J'ai dit plus haut que lorsqu'on examine ces petites espèces par un temps sec, l'inflexion de la marge les fait aisément ressembler à de petites Nectries; mouillées, au contraire, le disque s'épanouit et montre les thèques saillantes.

ASCOPHANUS (1), Boud.

(Pl. 10 à 12, XXVIII à XLIV.)

ASCOBOLUS et PEZIZA auctorum.

RECEPTACULUM carnosum, glabrum, aut pruinosum, aut etiam pilosum, rario marginatum, semper sessile. HYMENIUM planum aut convexum, gelatina raro conspicua, *thecis parum prominentibus, semper crystallino-papillatum*. PARAPHYSES *thecarum longitudine*, simplices aut ramosæ, septatæ, graciles aut ad apicem incrassatæ, hyalinæ aut coloratæ, intus sæpius

(1) De ἀσκός, thèque; φαίνω, je fais paraître.

granulosæ. Thecæ crassæ clavatæ, raro oblongo-ovatæ, hyalinæ aut vix tinctæ, ad basin attenuatæ, *sporas* 8 *includentes* (unica specie thecas 16 sporas offert), operculo conspicuo, rotundato, sæpius recurvato, dehiscentes. Sporæ ovatæ aut oblongo-ovatæ, *semper hyalinæ* aut vix tinctæ, nudæ sed juniores gelatina singulatim circumdatæ, episporio hyalino, levi, raro minutissime punctato, nucleo conspicuo; maturæ ad extremitatem thecæ sic aggregatæ : sex in duabus seriebus juxtapositis et una utraque extremitate.

Ce genre qui se distingue facilement des précédents par ses thèques ne contenant que 8-16 spores, relie parfaitement bien les Ascoboles aux Pezizes. Il est même voisin des *Humaria* et *Sarcosypha* dont il ne se distingue souvent que par le disque toujours sensiblement papillé ou par les spores sans guttules. Les spores sont toujours hyalines; mais quelquefois par réfraction, elles présentent une très-légère teinte verdâtre, jaunâtre ou rosée ; leur nucléus est presque toujours visible.

Les espèces de ce genre sont stercoraires ou fimicoles et généralement de très-petite dimension. On les trouve le plus souvent éparses ou agrégées, elles n'ont encore été indiquées qu'en Europe.

A. Receptaculum glabrum, pruinosum aut furfuraceum, sed pilis destitutum, operculum late apertum.

1° Paraphyses ad apicem abrupte piriformes.

1. Ascophanus subfuscus, Boud. (Pl. 10, XXVIII).

Peziza subfusca, Crouan, *Fl. du Finist.*, p. 53.

Myrothecium stercoreum, Tode (ex parte), *Fung. Meckl.*, tab. V, fig. 40).

Confertus, raro sparsus, minutissimus 1/10–1/5 mill. latus, extus brunneus deorsum pallidior, disco pallide-fusco, sicco saturatiore ; thecis octosporis.

Receptaculum hemisphæricum, extus glabrum, brunneum ad basin dilutior ; margine irregulari inflexo nigro fusco siccitate ; discus planus, pallidus aut pallide fulvus, thecis papillatus. Paraphyses thecarum longitudine, simplices aut ima basi divisæ, ad apicem piriformes, hyalinæ, sed in saturatioribus

fuscescentes. Thecæ curtæ, hyalinæ, amplæ, ad basin attenuatæ, 8-sporæ. Sporæ oblongo-ovatæ, subfusiformes, hyalinæ, minores.

Ad stercus caninum frequenter legi, rarius felinum. Circa *Montmorency*. In *Armorica*, Crouan. Hieme et vere.

Formas colore diversas reperi :

1. Fuscus, disco pallidiore, paraphysibus hyalinis.
2. Brunneus, disco pallide-fulvo paraphysibus fuscescentibus.

Il existe la plus grande ressemblance extérieure entre cette espèce et le *Ryparobius Cookei*. Elle est même telle qu'il est tout à fait impossible de reconnaître ces deux espèces qui se rencontrent souvent mélangées, sans avoir recours à l'analyse microscopique; mais alors rien n'est plus facile, puisque l'*Asc. subfuscus* a des thèques octospores et des paraphyses terminées par un bouton bien apparent. Les spores sont aussi du double plus grosses. Elle forme sur l'*album græcum*, ainsi que le *R. Cookei*, de larges plaques brunâtres formées d'individus plus ou moins serrés.

2. Ascophanus minutissimus, Boud. (Pl. 10, XXIX).

Omnium minutissimus, sub lente vix conspicuus, semper sparsus; siccus nigricans, fulvus, margine nigro; paraphysibus clavatis luteo-virentibus.

Receptaculum perpusillum, 1/15-1/10 mill. latum, hemisphæricum aut applanatum, brunneum aut fulvum, disco concolori, margine nigro. Paraphyses simplices, ad apicem piriformes, septatæ, luteo-virentes, ad basin hyalinæ. Thecæ subamplæ, minores, hyalinæ, ad basin attenuatæ, 8-sporæ. Sporæ ovatæ, subfusiformes, hyalinæ.

Ad stercus equinum. Frequenter occurrit sed ægre invenitur. *Montmorency*. Sub lente apparet ut punctum fulvum minutissimum nigro cinctum ; reperitur ad materiam mucosam quæ circumdat stercus.

Cette espèce, voisine aussi par l'aspect des Ryparobius, se distingue facilement de la précédente, par sa taille plus petite, par sa dispersion,

par sa couleur plus foncée et surtout par ses paraphyses toujours colorées en vert jaune. Elle est aussi un peu plus aplatie. C'est peut-être le plus petit Discomycète connu.

3. Ascophanus Coemansii, Boud. (Pl. 10, XXX).

Ascobolus granuliformis, Cœmans, *Bull. Soc. bot. de Belg.*, I, p. 88, et *Spicileg. myc.*, p. 15.— Kickx, *Fl. Crypt. des Flandres*, I, p. 477, saltem pro parte.

Minutus 1/2-1 millim. latus, *Asc. granuliformis* magnitudine, sparsus aut aggregatus, aurantiaco-olivascens, convexus, glaber, paraphysibus capitato-clavatis, clava luteo-virente.

Præcedente multo major et colore diversus. Receptaculum leve, disco convexo minute papillato, aurantiaco-olivascente aut fulvescente. Paraphyses septatæ, simplices aut divisæ, ad apicem capitatæ, luteo-virentes, ad basin hyalinæ. Thecæ minutæ, subamplæ, clavatæ, attenuatæ, hyalinæ. Sporæ oblongo-ovatæ, subfusiformes, minutæ, hyalinæ, maturæ liberæ, juniores gelatina aggregatæ.

Ad stercus vaccinum vetustum, reperi hanc speciem sparsam aut aggregatam, autumno et vere, circa Parisios, *Montmorency*. *Belgia*, D. Cœmans.

Voisine pour l'aspect et la grosseur de l'espèce suivante, dont elle se distingue aisément par sa teinte plus colorée et plus olivâtre, quoique l'orangé y domine, par ses thèques beaucoup moins larges, par ses spores plus petites et moins régulièrement ovales, et surtout par ses paraphyses plus renflées à l'extrémité et toujours colorées en jaune verdâtre, comme dans l'*Asc. minutissimus* dont elle s'éloigne très-sensiblement par sa taille beaucoup plus grande et par sa couleur. Tantôt on la trouve éparse, tantôt aussi réunie en société presque aussi nombreuse que l'*Asc. granuliformis*.

Quand on examine cette espèce au microscope, il arrive souvent que la légère pression à laquelle on la soumet détermine la déhiscence des thèques avant leur complète maturité, les spores sont alors lancées agglomérées par un mucilage bien visible, se colorant en brun par l'iode et conservant même l'empreinte des spores quand on parvient à les en détacher (Pl. 10, XXX, fig. 7 et 8), cette particularité ne tient certainement qu'à un défaut de maturité, car j'ai toujours trouvé libres les spores lancées naturellement.

J'ai dédié cette espèce à M. l'abbé Cœmans bien connu pour ses tra-

vaux mycologiques, et qui a certainement vu cette espèce, mais qui semble l'avoir confondue avec l'*Asc. granuliformis.*

4. Ascophanus granuliformis, Boud. (Pl. 10, XXXI).

Ascobolus granuliformis, Crouan, *Ann. sc. nat.*, 1858, t. X, pl. 13, fig. 27-35; *Fl. Finist.*, p. 56. — Cooke, *Monogr.*, n° 18, non Cœmans, nec Kickx.

Aggregatus, longe lateque sparsus, minutus, 1/2-1 mill. latus, sæpe pallide-luteus, subpellucidus, levis; disco plano aut convexo grosse papillato; thecis amplissimis, fere ovatis, 8-sporis.

Receptaculum minutum hemisphæricum, sessile, luteo-ochraceum aut pallidum, subpellucidum, extus glabrum, disco plano, denique subconvexo, thecis cristallinis papillato. Paraphyses hyalinæ, septatæ, ad apicem elongato-piriformes, simplices aut divisæ. Thecæ minutæ, amplissimæ, ventricosæ, oblongo-ovatæ aut subovatæ, hyalinæ, ad basin attenuatæ, operculo rotundato conspicuo dehiscentes. Sporæ hyalinæ, leves, regulariter subovatæ.

Reperitur hæc species longe lateque expansa in stercore vaccino vetusto. Frequenter in *Gallia* circa *Parisios*, ipse : *Armorica*, Crouan ; *Anglia*, Cooke ; *Belgia*, Cœmans, Kickx, etc.

Duæ formæ exstant colore tantum diversæ :

A. Omnino lutescens aut luteo-ochraceus.

Ascobolus granuliformis, Crouan, *loc. cit.*

B. Albido-cinereus sed semper pellucidus.

Bien distinct par sa couleur jaunâtre, sa petite taille, ses thèques courtes et ventrues, par ses spores ovoïdes et ses paraphyses renflées à l'extrémité; il est toujours moins convexe que le précédent, sa couleur varie comme nous l'avons dit, mais elle est généralement plus pâle et les individus sont plus petits et plus épars dans les endroits ombragés. Par la dessiccation, la couleur devient orangée ou rougeâtre.

5. Ascophanus argenteus, Boud. (Pl. 11, XXXII).

Ascobolus argenteus, Curr., Cooke, *Mon.*, n° 20. — Crouan, *Fl. Finist.*, p. 47?

« Gregarius minutissimus, oculo nudo fere invisibilis, sub

piriformis, albo-argenteus, sporidia elliptica, hyalina, 0,0005 lin. long.

» In stercore vaccino, novemb. » Cooke, Monog., n. 20.

Cette petite espèce me paraît voisine de la variété pâle de la précédente ; ne l'ayant pas vue, j'en donne la description d'après le monographe anglais. Je ferai remarquer cependant, que j'ai rencontré une fois dans un bois couvert un Ascobole présentant exactement tous les caractères de l'espèce anglaise, mais je me suis aperçu deux jours après que les spores avaient pris de la couleur et étaient devenues violettes ; j'avais devant les yeux des échantillons blancs et jeunes du *Saccobolus neglectus*, non immergés, et ayant alors la forme un peu atténuée de l'*argenteus*. C'est peut-être la même cause qui a déterminé MM. Crouan, *Fl. Finist.*, p. 37, à ranger cette espèce parmi celles à spores colorées.

6. Ascophanus vicinus, Boud. (Pl. 11, XXXIII).

Ascophano granuliformi paululum major, sparsus, raro aggregatus, 1-1/2 mill. latus, ochraceo-carneus, convexus sed magis applanatus, disco minute papillato ; thecis oblongis 8-sporis.

Receptaculum convexum, subapplanatum, glabrum, sessile, ochraceo aut cinereo-roseum aut lilacinum, disco minute papillato. Paraphyses hyalinæ, simplices aut ad basin divisæ, septatæ, ad apicem oblongo-piriformes. Thecæ oblongæ, amplæ, ad basin attenuatæ, sporas 8 includentes. Sporæ hyalinæ, regulariter subovatæ, leves.

Sparsus in stercore vaccino vetusto sed rarior, rarissime subaggregatus. *Montmorency.*

Cette espèce est très-voisine de l'*Asc. granuliformis* pour les caractères anatomiques ; elle en diffère cependant par ses thèques plus allongées, moins ovales, et ses paraphyses un peu plus grêles. C'est surtout par le port et la couleur qu'on la distingue à première vue. Elle a, en effet, tout à fait l'apparence de l'*Asc. sexdecimsporus*, et comme lui, elle vit éparse et jamais en peuplades aussi nombreuses que l'*Asc. granuliformis.*

2. Paraphyses ad apicem non inflatæ, lineares aut sensim clavatæ, rectæ aut curvatæ.

7. Ascophanus ochraceus, Boud. (Pl. 11, XXXIV).

Ascobolus ochraceus, Crouan, *Fl. Finist.*, p. 57.

Minutus, 1-1/2 mill. latus, pallide ochraceus; disco minute papillato; thecis 8–sporis ad apicem subattenuatis; paraphysibus curvatis; sporis ovatis.

Receptaculum carnosum, glabrum, pallide-ochraceum aut ochraceum; disco convexo thecis punctato, plano. Paraphyses septatæ, simplices, bi- aut trifidæ, ad apicem subincrassatæ, hyalinæ, sæpius curvatæ. Thecæ amplæ, subfusiformes, elongatæ, hyalinæ, sporas 8 includentes. Sporæ ovato-oblongæ, leves, hyalinæ aut vix lutescentes.

Ad stercus vaccinum vetustum, etiam ovinum; rarior. Sparsus aut subcongestus. *Gallia : Brest*, Crouan; *Montmorency*, ipse.

Exstant formæ colore variæ :

1. Ochraceus, disco vix saturatiori.

2. Omnino pallidus fere albus.

Cette espèce est voisine des précédentes, mais cependant bien distincte par ses paraphyses peu épaissies et presque toujours courbées à leur extrémité, par ses thèques plus allongées, sensiblement atténuées à l'extrémité; de plus, sa couleur n'est plus la même que chez l'*Asc. vicinus*. Elle est aussi plus éparse et ne recouvre pas d'aussi grands espaces que l'*Asc. granuliformis.*

MM. Crouan indiquent les spores comme d'un jaune d'ocre pâle; dans mon espèce, la couleur est si pâle qu'elle ne peut être appréciée que lorsqu'elles sont vues en masse; néanmoins la concordance des autres caractères est telle que je ne doute pas de la conformité des échantillons.

8. Ascophanus sexdecimsporus, Boud. (Pl. 11, XXXV).

Ascobolus sexdecimsporus, Crouan, *Ann. sc. nat.*, t. X, pl. 13, E, fig. 21-26; *Fl. Finist.*, p. 56. — Cooke, *Monogr.*, fig. 9.

Sparsus, minutus, 1-2 mill. latus, convexus, pallide cinereo-convexus, thecis oblongis 16-sporis.

Receptaculum carnosum, sessile, glabrum, hemisphæricum, pallide cinereo-carneum aut lutescens, disco papillato, convexo. Paraphyses hyalinæ, ramosæ, septatæ et sæpe subarticulatæ, ad apicem crassiores et raro curvatæ. Thecæ oblongæ, amplæ, hyalinæ, operculo recurvo valde conspicuo, ad basin attenuatæ, sporas 16 includentes. Sporæ hyalinæ, oblongo-ovatæ, leves, maturæ sic aggregatæ : quatuordecim in duabus seriebus juxtapositis et unica spora utraque extremitate.

Frequentissime reperi circa Parisios (*Montmorency*) equinum vetustum et asininum, rarius vaccinum sed adhuc, tantummodo sub lente simplici, facile conspicuus. In *Armorica* primo invenit Crouan ; *Anglia*, Cooke, etc.

Formæ duæ colore diversæ reperiuntur :

A. Cinereo-carneus, forma typica frequentissima.

B. Lutescens aut ochraceus, minor et rarius.

Très-facile à reconnaître à ses thèques contenant toujours 16 spores, cette espèce a aussi les paraphyses rameuses et plutôt articulées que simplement cloisonnées. Sa teinte cendrée et carnée la fait assez bien reconnaître à la simple loupe. La variété jaunâtre a tout à fait l'apparence de l'*Asc. granuliformis*.

9. Ascophanus aurora, Boud. (Pl. 11, XXXVI).

Peziza aurora, Crouan ? *Fl. Finist.*, p. 53.

Sparsus, minutus, 1/2-1 1/2 mill. latus, aurantiaco-miniatus, nitens, applanatus ; disco plano in exoletis convexo, crystallino-papillato ; thecis 8-sporis, paraphysibus aurantiacis, gracilibus, trifidis et curvatis.

Receptaculum minutum, sessile, glaberrimum, nitens, primo globosum dein planum, disci papillis crystallinis conspicuis, in exoletis tantummodo convexum. Paraphyses graciles, simplices, bi- aut trifidæ septatæ, intus granulis aurantiacis repletæ, præsertim ad basin, ad apicem semper curvatæ. Thecæ minores, hyalinæ, clavatæ, ad basin attenuatæ, octosporæ. Sporæ hyalinæ, leves, ovatæ, minores.

Ad stercus vetustum equinum rarius vaccinum sparsus reperitur. Circa Parisios : *Montmorency;* in *Armorica*, Crouan.

Cette petite espèce se reconnaît facilement à sa couleur de minium-orangée et à son aspect vernissé qu'elle doit certainement à son gélin plus abondant. Les paraphyses sont toujours très-grêles et généralement plus colorées à la base par l'accumulation des granules. Les thèques sont relativement petites, de même que les spores.

Je crois bien que le *Peziza aurora* de MM. Crouan est l'espèce que je décris. Ces botanistes indiquent les paraphyses bifurquées, on les trouve souvent ainsi, mais aussi fréquemment simples et plus souvent encore trifides, ce qui m'a paru le cas normal. Les thèques sont très-visiblement saillantes, même plus que chez les espèces voisines; mais il faut rechercher, ce caractère le matin seulement et non pas sur la fin de la journée. La plus grande saillie des thèques tient peut-être à l'abondance du gélin dans cette espèce.

10. Ascophanus cinereus. Boud. (Pl. 11, XXXVII).

Ascobolus cinereus, Crouan, *Ann. sc. nat.*, t. X, pl. 13 D, fig. 17-20, et *Fl. Finist.*, p. 56.— Cœmans, *Bull. Soc. bot. Belg.*, I, p. 88, n° 6, et *Spicilege*, p. 15, n° 6. — Kickx, *Fl. crypt. des Flandres*, I, p. 477.

Pro genere major, 2-4 mill. latus, sparsus aut vix aggregatus, marginatus præsertim in junioribus, cinereus aut cinereo-fulvescens, extus pruinosus; thecis ad basin longe attenuatis; sporis ellipticis, episporio granulato.

Receptaculum primo globosum disco suburceolato et tunc marginato, dein expansum disco plano denique convexo, extus pruinosum, cinereum aut cinereo-fulvescens, pruina sæpe aggregata pallidiori. Paraphyses simplices aut ima basi divisæ, gracillimæ, ad apicem non incrassatæ, hyalinæ, septatæ, thecas æquantes aut vix superantes. Thecæ amplæ, elongatæ, majores, hyalinæ, ad apicem operculo umbonato dehiscentes, inferne longe attenuatæ, octosporæ. Sporæ oblongo-ellipticæ, hyalinæ, episporio granulato, et utraque extremitate sæpe granulis aggregatis carunculam simulantibus donatæ, nucleo conspicuo.

Raro ad stercus vaccinum in sylvis paludosis, etc. In Gallia, *Brest*, Crouan; *Montmorency*, ipse ; *Belgia*, Cœmans, Kickx.

Cette espèce se distingue facilement des autres par sa taille et sa couleur, par son aspect pezizoïde, par la forme de ses thèques et de ses spores; elle paraît même déplacée dans ce genre et peut-être doit-elle en être retirée. Je l'ai trouvée plusieurs fois, il y a quelques années, dans la forêt de Montmorency, mais j'ai omis de noter alors si les thèques étaient saillantes ou non. N'ayant pu la retrouver depuis, je ne puis affirmer si elle appartient réellement au genre dans lequel je la conserve toutefois d'après MM. Crouan, qui lui donnent, mais dans les figures seulement, des thèques saillantes. Sa forme, son aspect, ses spores, appartiennent plutôt aux Pezizes qu'aux Ascobolés.

11. Ascophanus carneus, Boud. (Pl. 12, XXXVIII).

Ascobolus carneus, Persoon, *Syn. fung.*, p. 676, non *Myc. europ.*, nec Alb. et Schw. — Fries, *Syst. myc.*, II, p. 165. — Chevall., *Fl. Par.*, t. I, p. 303. — Mérat, *Fl. des env. de Paris*, t. I, p. 253. — Berk, *Outl. Fung.*, p. 374. — Cœmans, *Bull. Soc. bot. Belg.*, I, p. 87 et *Spicil. Myc.*, p. 14. — Kickx, *Fl. crypt. des Flandres*, I, p. 477. — Crouan, *Fl. Finist.*, p. 56. — Cooke, *Monogr.*, n° 15. — Nylander, *Obs. cir. Pez. Fen.*, p. 85.

Minutus, 1-1 1/2 millim. latus, sparsus raro congestus, carneus aut carneo-roseus, convexus, immarginatus, disco papillato. Sporis extus minutissime granulosis; paraphysibus crassis ad basin roseo-granulatis.

Receptaculum glabrum, ceraceum, primo globosum, disco plano, dein applanatum, disco convexo thecis crystallinis papillato, non marginatum, carneo-roseum aut carneo-rufum. Paraphyses numerosæ, rectæ aut vix curvatæ, crassæ, septatæ, ad apicem sensim clavatæ, intus granulosæ, ad basin sæpe sed ad apicem raro rufescentes. Thecæ crassæ, amplæ, inferne attenuatæ, sæpe curvatæ, hyalinæ aut vix roseo-tinctæ, octosporæ, operculo conspicuo. Sporæ ovatæ, extus minutissime granulosæ, hyalinæ, dein leviter roseo tinctæ, juniores, ut vulgo, gelatina circumdatæ.

Frequens in stercore vaccino vetusto; in fere omni Europa, *Gallia*, *Suecia*, *Anglia*, *Germania*, *Belgia*.

Formam diversam sequentem reperi :

Varietas *cuniculi* (Pl. 12, XXXIX).

Sordide aurantiacus aut aurantiaco-carneus, 1 millim. latus,

sparsus aut aggregatus. Paraphyses omnino hyalinæ. Ad stercus cuniculorum, autumno.

Espèce fréquente et variant peu ; se distingue surtout à sa couleur, à ses paraphyses assez renflées, droites ou presque droites, très-granuleuses intérieurement et en massue très-allongée, à ses spores dont la membrane externe est très-finement verruqueuse à la maturité, caractères qu'elle partage cependant avec l'espèce suivante dont elle diffère par l'aspect et par l'habitat comme on le verra plus loin.

Albertini et Schweinitz, et d'après eux, Persoon in *Mycol. Eur.*, donnent à cette espèce des spores (thèques) colorées. Ces auteurs avaient certainement en vue une autre espèce appartenant à la section des *Ascobolei genuini*. J'ai regardé comme l'espèce de Persoon celle que ce savant a décrite dans son *Synosis fungorum* sans indiquer la couleur des spores, et qui est adoptée par tous les auteurs modernes.

12. Ascophanus saccharinus, Boud. (Pl. 12, XL).

Ascobolus saccharinus, Currey. — Cooke, *Monogr.*, n° 28, et *Ind. Fung.*, p. 1895. — Berk, *Outl.*, p. 374.

Precedenti simillimus sed major, fimicola, aggregatus et confluens, carneo-lilacinus aut carneus, 1 1/2-2 mill. latus, mycelio albo vix conspicuo insidens; paraphyses, thecæ et sporæ præcedentis.

Receptacula glabra, hæmispherica, aggregata dein confluentia sæpius filamentis byssoïdeis adfixa, carnea aut carneo-lilacina. Discus convexus, crystallino-papillatus. Paraphyses crassæ, septatæ, ad apicem crassiores, intus granulosæ, hyalinæ sed plus minusve ad basin rufescentes. Thecæ hyalinæ, amplæ, octosporæ, ad basin attenuatæ, aliquoties roseo tinctæ. Sporæ oblongo-ovatæ, hyalinæ aut vix pallide-roseæ, nucleo conspicuo, et episporio extus minutissime granulato, juniores, ut in multis, gelatina circumdatæ.

Habitat *Angliam*, *Galliam*, satis frequenter circa Parisios prope *Montmorency*. Hieme et primo vere ad fimum.

Cet Ascophanus est très-voisin du précédent et j'ai même été tenté de les réunir, d'autant plus qu'il n'offre pas de caractères anatomiques différents. Toutefois son habitat constant, sa taille double ou de plus

du double, sa couleur un peu lavée de violet, ses filaments mycéliens plus abondants à la base et son aspect confluent m'ont paru devoir être pris en considération. Les deux derniers caractères lui donnent un peu l'apparence du *Pyronema Marianum*, sauf la couleur.

J'ai trouvé cette espèce assez fréquemment dans les hivers doux sur les fumiers et sur toutes les substances qui y sont déposées, les papiers, les cuirs, les cordes, les chiffons, les débris végétaux et même la cendre, je ne l'ai presque rencontrée que sur les fumiers formés des boues des villes. On la trouve plus rarement en dehors de ces conditions, mais on est toujours certain de la trouver sur des matières qui ont évidemment séjourné dans les villes.

13. Ascophanus difformis Boud.

Ascobolus difformis Nylander, *Obs. circ. Pez, Fen,*, p. 85.

Ascobolus testaceus var. difformis, Karsten, *Pez. Asc.*, p, 43, secundum Nylander.

« Aurantiacus, ascis clavatis, magnis, raris, paraphysibus confertis, sporis ellipsoïdeis simplicibus magnis.

» Supra corium et pannum lineum in regione Aboënsi, Runsala et Merimasku, aug.-oct, »

Cette espèce me paraît voisine de la précédente, et peut-être doit-elle lui être réunie. Toutefois l'insuffisance des caractères donnés et sa couleur orangée me forcent à la considérer comme distincte.

B. Receptaculum ciliatum aut piliferum ; operculum subclausum.

14. Ascophanus papillatus, Boud. (Pl. 12, XLI).

Peziza papillata, Pers., *Disp. meth. Fung.*, p. 34 ; *Observ. mycolog.*, p. 650 ; *Myc. eur.*, p, 254. — Alb. et Schw., p. 321 ?. — Nees, *Syst. der Pilze*, p. 261, fig. 276. — Fries, *Syst. myc.*, II, p. 88. — Non Ascobolus papillatus recentiorum auctorum.

Minimus, 1/2 mill. circiter latus, applanatus colore carneo aut luteo-rufescente, margine valde piloso ; thecis pro magnitudine crassioribus, sporis ovatis.

Receptaculum applanatum, marginatum, extus pilis mollibus, septatis, sæpe flexuosis, concoloribus aut vix fulvescentibus etiam in margine positis. Discus planus, thecis evidenter papillatus, colore vix saturatiori. Paraphyses numerosæ ad basin roseo-tinctæ, septatæ, intus granulosæ, ad apicem non incras-

satæ, simplices aut sæpius ramosæ frequenterque curvatæ. Thecæ pro magnitudine amplæ, octosporæ, rectæ aut curvatæ, hyalinæ, ad apicem sæpe impressæ, operculo lato. Sporæ ovatæ, hyalinæ leves.

Ad fimum cuniculorum hieme reperi circa Parisios raro. *Montmorency*. Ad fimum vaccinum, Fries, Nees, Persoon, etc.

Cette espèce est facilement reconnaissable parmi ses voisines à sa couleur carnée, à sa taille plus petite, à sa marge ciliée et formée de cellules presque arrondies et non étroites et transverses. Ses thèques sont relativement plus larges, elle est aussi plus aplatie; ses spores sont plus ovées, moins allongées. Elle est assez rare.

Je regarde cette espèce comme le vrai *Peziza papillata* de Persoon, Nees, Fries; mais ce n'est pas celles des auteurs récents, qui décrivent presque tous comme telle une variété de l'une des espèces suivantes. Mon espèce a la couleur carnée indiquée par Nees, quoique un peu moins foncée que ne l'indique la figure 276 de ses planches et nullement la couleur jaune plus ou moins obscure ou orangée des espèces suivantes.

15. Ascophanus ciliatus, Boud.

Ascobolus ciliatus, Schmidt, in *Myc. Heft.*, I, p. 90. — Pers., *Mycol. eur.*, I, p. 340. — Fries, *Syst. myc.*, II, p. 164, et *Elench.*, p. II, p. 16.— Berk., *Engl. Flor.*, V, p. 374. — Cooke, *Monogr.*, n° 10. — Crouan, *Fl. du Finist.*? — Non Kickx et Cœmans. Dubius sæpius apud cæteros auctores.

Non adhuc inveni : « Subhemisphæricus, glaber, aurantiacus, disco plano marginato, margine tumidulo ciliato albo. Schmidt. »

Ex auctoribus appert; receptaculum minutum, sessile, subhemisphæricum, marginatum, aurantiacum, inferne glabrum superne et ad marginem pilosum. Margo tumidulus, albus, pulvere et pilis rigidis albidis vestitus, tunc ciliatus. Thecæ amplæ, octosporæ. Sporæ hyalinæ, ovatæ.

Gallia, *Anglia*, *Germania*, *Suecia*. Forsan in omni Europa sed rarior, ad stercus vaccinum in umbrosis humidis sylvarum.

Cette espèce paraît bien distincte ; sa couleur orangée, ses bords épais, blanchâtres et ciliés sont des caractères importants qui la distinguent facilement de la suivante à laquelle cependant Kickx a cru devoir la réunir. Fries dit positivement (*Elench.*, p. 10) : Que sa marge est réellement

ciliée, et que, du reste, elle n'a aucun rapport pour la taille et l'aspect avec son *Asc. pilosus*. N'ayant pas encore rencontré cette espèce, je ne puis indiquer si les poils sont cloisonnés ou non, ni donner d'autres détails que ceux publiées par les auteurs que je viens de citer.

MM. Crouan (*Flor. du Fin.*, p. 55), donnent comme variété la forme suivante : *Varietas citrinus*, Cr. « Réceptacle de 0,01 millimètre, jaune-citron, sessile à bord cilié ; thèques claviformes à 8 spores ovoïdes incolores bisériées ; paraphyses filiformes bifurquées aux deux tiers de leur longueur. »

« Sur les excréments du chien. Aut. p. c. »

16. Ascophanus pilosus, Boud. (Pl. 12, XLII à XLIV).

Peziza stercorea, var. equina, Persoon, *Myc. europ.*, I, p. 247.

Peziza cervina ? Pers., *Mycolog. europ.*, p. 254.

Peziza chlorina, *Ejusdem*, p. 254.

Peziza diversicolor (saltem pro parte), Fries, *Syst. myc.*, II, p. 88.

Ascobolus pilosus, *ejusdem*, *Syst. myc.*, II, p. 164, et *Elenchus*, II, p. 16. — *Summa veg. Scand.*, p. 358.

Ascobolus papillatus, Cœmans, *Bull. Soc. bot. Belg.*, I. p. 90. n° 10.

Ascobolus ciliatus, *ejusdem*, *loc. cit.*

Ascobolus papillatus et ciliatus, Kickx, *Fl. crypt. Flandr.*, I. p. 176.

Ascobolus pilosus, Crouan, *Flor. Finist.*, p. 55.

Ascobolus pilosus Nylander, *Obs. circ. Pez. Fen.*, p. 86.

Minutus 1/2 millim. ad 1 millim. latus, vix ultra, sessilis, luteus aut luteo-testaceus aut fulvo-aurantius, extus longe pilosus, disco papillato, margine nudo ; pilis elongatis continuis ad basin crassioribus.

Receptaculum primo rotundatum aut obconicum, dein expansum, extus ad mediam partem pilis longis, rigidis, continuis, ad basin incrassatis, pallidis aut lutescentibus vestitum, parte supera et ima basi nudis disco plano dein convexo colore saturatiore thecis crystallinis semper multi-papillato ; margine membranaceo sæpius hymenio superante non conspicuo, ac cellulis subhexagonis, minutis, transversis, formato. Paraphyses graciles, septatæ, simplices aut sæpius 2-3-divisæ, ad apicem non incrassatæ, hyalinæ sed intus granulis oleosis luteo-aurantiacis

repletæ. Thecæ elongatæ amplæ, ad apicem, vix attenuatæ, hyalinæ, octosporæ, operculo semper fere clauso. Sporæ, oblongo-ovatæ, leves sed sæpe gelatina circumdatæ, et aliquoties siccitate fossula oblonga notatæ, hyalinæ.

Species polymorpha vulgatissima in omni Europa et ad fere omnia stercora.

Tres præcipue formas notavis.

A. Forma typica (Pl. 12, XLII).

Ascobolus pilosus, Fries, Crouan; *Peziza diversicolor* (pro parte), Fries.

Minutissimus, granuliformis, sæpe obconicus, pallidior, sparsus, rarius gregarius.

Ad stercus ovinum, caprinum, frequentissimus; rarius ad stercus vaccinum aut equinum exsiccatum.

B. Varietas *equinus* (Pl. 12, XLIV).

Peziza stercorea, var. *equina*, Pers.; *Peziza cervina?* ejusdem.

Minutus, 1 mill. latus, sæpius congestus, aggregatus, testaceus aut fulvo-aurantiacus, rotundatus, dein disco convexo semper papillato.

Ad stercus equinum frequentissimus præcipue in sylvis umbrosis.

C. Varietas *vaccinus* (Pl. 12, XLIII).

Minutus, 1 millim. latus, subapplanatus, disco minus convexo, colore ochraceo subaurantiaco; præcedenti subsimilis sed magis applanatus, colore pallidiori.

Ad stercus vaccinum minus frequens, et *Pezizam stercoream* simulans, sed pilis non septatis et statura minore vere diversum.

Ces trois variétés semblent bien distinctes au premier abord; mais il est facile de voir en les étudiant sur nature que l'on trouve entre elles tous les passages de taille et de couleur. On voit donc combien cette espèce est variable, aussi je n'ai pas cru devoir séparer ces variétés, d'autant plus que toutes offrent identiquement les mêmes caractères anatomiques; les

thèques, les paraphyses et les spores sont semblables, ainsi que la pellicule membraneuse externe qui offre constamment dans toutes les mêmes cellules transverses. Les thèques sont un peu plus grandes ou un peu plus petites suivant que les réceptacles sont plus gros ou plus petits. Quant à la couleur, blanchâtre dans les endroits privés de lumière ou très-sombres, elle passe par toutes les transitions au fauve orangé dans les endroits découverts; enfin la dessiccation lui communique une teinte plus foncée encore en même temps qu'elle rapproche les poils. Il n'y a aucune différence appréciable dans ces appendices, qui sont constamment sans cloisons, roides, renflés un peu au-dessus de la base et plus ou moins longs, les plus bas placés sur le réceptacle étant les plus courts. Jamais il n'en existe dans la partie supérieure, la marge n'est donc pas ciliée, quoique à première vue, elle pourrait passer pour telle, car l'épanouissement de la cupule les rend appliqués. Quelquefois on trouve des individus de couleur verte surtout à l'entrée de l'hiver ou par des temps très-humides. Cette coloration qui forme, je crois, le *Peziza chlorina* de Persoon (*Myc. Europ.*, p. 254) est due à la présence de nombreux globules verts appartenant à des *Protococcus* ou autres Algues inférieures qui pénètrent dans le parenchyme et rendent l'illusion complète. L'emploi du microscope fait vite reconnaître l'erreur.

En présence des caractères particuliers de cette espèce, j'ai dû accepter le nom de Fries qui l'a le mieux décrite sous le nom d'*Asc. pilosus;* toutefois l'espèce du savant cryptogamiste répond seulement à ma variété A. Quant aux autres synonymes donnés pour les auteurs anciens, il est presque impossible de les déterminer avec certitude absolue, privé que l'on est de planches exactes; je ne les indique donc qu'avec une certaine réserve, quoique ces espèces m'aient paru représenter certaines variétés de l'*Asc. pilosus.*

ASCOBOLEI SPURII DUBII.

Preuss a décrit dans le *Linnæa*, 1851, t. XXIV, p. 146, un Ascobolus qui prendrait place parmi les *Ascophanus*, si la description qu'il en donne était assez complète, et ne laissait aucune incertitude. Je doute fort cependant que cette espèce appartienne à ce groupe, peut-être serait-elle mieux placée parmi les *Phialea*. Voici la description de Preuss :

Ascobolus miniatus, Preuss, *loc. cit.*

« Sessilis, glaber, carnosus, subconvexus, immarginatus, dilute miniatus ; ascis clavatis ; sporidiis ovatis albis ; paraphysibus simplicibus supra capitato clavatis, miniatis.

» Habitat in cortice Juglandis, in hortis Hoyerswerda. »

ASCOBOLEI EXCLUDENDI.

Les *Ascophanus papillatus, ciliatus* et *pilosus* terminent la série des *Ascobolei spurii*. Ces espèces sont en effet fort voisines de certaines Pezizes des sections *Humaria* et *Sarcoscypha* dont elles ne diffèrent réellement que par leur disque papillé, caractère important pour les Ascobolés. MM. Crouan n'ont peut-être pas attaché une importance aussi grande à ce caractère qu'à celui tiré des spores et, au contraire, ils en ont donné une trop exclusive à la présence de l'opercule, aussi ont-ils placé dans ce groupe certaines espèces qui n'ont que des rapports plus ou moins éloignés et que j'ai dû forcément retrancher. Ces espèces doivent donc être placées parmi les Pezizes, chacune dans leur groupe respectif. Ce sont :

1° *Ascobolus pulcherrimus*, Crouan (*Ann. sc. nat.*, 1858, t. X, pl. 13, G, fig. 32-37; *Flor. du Fin.*, p. 55). Belle espèce que j'ai plusieurs fois rencontrée aux environs de Paris, mais à laquelle je n'ai jamais vu le disque papillé. Elle a, en outre, les thèques cylindriques des Pezizes, et doit se placer près des *Pez. subhirsuta* ou *stercorea*.

2° *Ascobolus insignis*, Crouan (*Ann. sc. nat.*, 1858, t. X, pl. 13, fig. 38-43; *Flor. du Fin.*, p. 55). Espèce du même groupe que la précédente quoique bien distincte; elle n'a pas non plus le disque papillé. Je l'ai trouvée une fois sur du fumier près de *Montmorency*.

3° *Ascobolus Persoonii*, Crouan (*Flor. du Fin.*, p. 56). Cette espèce s'éloigne des Ascoboles par ses spores rondes accompagnées de sporidioles, et par les thèques qui ne sont pas saillantes. Elle paraît se rapprocher des *Humaria*. Je ne l'ai pas encore trouvée.

4° *Ascobolus Crec'hqueraultii*, Crouan (*Ann. sc. nat.*, 1858, t. X, pl. 13, C, fig. 12-16; *Flor. du Fin.*, p. 56). J'ai trouvé cette espèce aux environs de *Montmorency* sur la terre des marais tourbeux, et en Sologne, sur le bord d'un ruisseau. Ce n'est certainement pas un Ascobole, ses thèques cylindriques ne sont pas saillantes et ses spores échinées sont granuleuses intérieurement ; je la place encore dans les *Humaria*.

5° *Ascobolus Crouani*, Cooke (*Monogr. in Journ. of Bot.*, 1863, fig. 3; *Ascob. miniatus*, Crouan, *Ann. sc. nat.*, 1858, t. X, pl. 13, fig. 44-47; *Flor. du Fin.* p. 56). Doit encore se rapporter aux *Humaria*. Ses spores sont accompagnées de guttules intérieures. Je ne sais si l'espèce de MM. Crouan est bien celle que M. de Notaris a décrite sous le nom de *Lamprospora miniata* (*Prof. del discom.*, 1863, *Com. del Soc. critt. Ital.*, n° 5, p. 358), quoique ces auteurs la rapprochent.

6° *Ascobolus Guernisaci*, Crouan (*Flor. du Fin.*, p. 56). Diffère encore des Ascoboles par ses thèques cylindriques non saillantes et par ses

spores avec guttules. Je ne l'ai pas encore trouvée aux environs de Paris. Ses spores me paraissent aussi fort anormales pour un Ascobole.

7° *Ascobolus brassicæ*, Crouan (*Ann. sc. nat.*, 1857, t. VII, pl. 4, C, fig. 9-14; *Flor. du Fin.*, p. 57). Espèce bien curieuse que je regrette vivement n'avoir pas encore rencontrée. Ses spores violacées sembleraient a faire rentrer dans les *Ascobolei genuini*, mais elles sont à guttules intérieures bien visibles, et par conséquent elle doit rentrer dans un autre genre.

8° *Ascobolus microscopicus*, Crouan (*Ann. sc. nat.*, 1857, t. VII, pl. 4, E, fig. 20-23; *Flor. du Fin.*, p. 57). Espèce très-curieuse encore et difficile à classer. Je l'ai rencontrée une seule fois à Montmorency en assez grande abondance (sur les excréments d'un chien, qu'elle recouvrait entièrement ; mais ses spores rondes à réseau superficiel et si différentes de celles des Ascoboles m'ont paru devoir l'en éloigner, d'autant plus qu'elles m'ont semblé (sur l'échantillon sec) avoir une grosse guttule interne.

9° *Ascobolus coccineus*, Crouan (*Ann. sc. nat.*, 1857, t. VII, pl. 4, D, fig. 15-19; *Flor. du Fin.*, p. 58). Rentre certainement dans les *Humaria*. Ses spores sont pourvues de deux sporidioles bien marquées. Je pense que cette espèce fait partie du *Peziza convexula*, Persoon. Je l'ai trouvée assez communément aux environs de Montmorency, sur la terre argilo-sableuse parmi les *Phascum*, en hiver et au premier printemps.

10° *Ascobolus Leveillei*, Crouan (*Flor. du Fin.*, p. 57, pl. suppl., fig. 1). Cette petite espèce rentrerait très-bien dans mon genre *Ryparobius* si elle avait réellement les thèques operculées, mais elle a de tels rapports avec une espèce que j'ai trouvée assez fréquemment aux environs de Paris, qu'elle est certainement du même genre si elle n'est pas la même; or, mon espèce bien qu'ayant les thèques exactement de même forme que celle figurée par MM. Crouan, s'ouvre par une fente bien visible et non par un opercule, quoiqu'on voit une ligne circulaire un peu au-dessous de l'extrémité, et qui simule complétement la commissure operculaire. Or cette ligne n'est pas une fente, mais bien un petit bourrelet qui existe à l'intérieur de la thèque et complétement étranger à la déhiscence.

Je donne ici la description de l'espèce que j'ai trouvée, on verra par ses rapports avec celle de MM. Crouan que si je m'avance peut-être en n'admettant pas une espèce que je n'ai pas vue, ce n'est pas sans raison.

Peziza cunicularia, Boud.

Minutissima 1/4-1/2 mill. lata, tota alba, sparsa, substipitata vel piriformis, extus glabra, margine minute ciliato, disco plano;

thecis crassis, subcurvatis, fissura bilabiata dehiscentibus; sporis 48? vel 64, oblongo-fusiformibus, hyalinis.

Receptaculum hemisphæricum, ad basin substipitatum aut piriforme, fibrillis adfixum, disco plano vix convexo thecis minute papillato, margine irregulariter ciliato, pilis cellulosis hyalinis curtis (cellulis superioribus membrana exteriori formatis). Paraphyses raræ, hyalinæ, septatæ, thecarum longitudine. Thecæ amplæ, sæpius curvatæ, ad apicem obtuse subacuminatæ, fissura bilabiata dehiscentes, et infra apicem linea interna crassiuscula circumdatæ. Sporæ numerosæ hyalinæ, oblongo-fusiformes, intus egranulosæ; maturæ ad extremitatem thecæ in massam ovatam aggregatæ.

Ad stercus cuniculorum in locis argillosis dejectum inveni satis frequenter. *Montmorency.*

On voit que cette espèce ne diffère réellement de celle de MM. Crouan que par ses bords ciliés et par la forme moins cylindrique des spores non granuleuses, abstraction faite du caractère de la déhiscence.

Cette petite Pezize doit prendre place à côté des *Helotium*, parmi les espèces à déhiscence s'opérant par une fente, et je ne doute pas qu'elle ne constitue un nouveau genre, avec celle de MM. Crouan, quand ces discomycètes auront été mieux étudiés.

Je terminerai ce travail en donnant la liste de quelques espèces qui ont été rangées par certains auteurs déjà anciens, parmi les Ascoboles et qui n'ont pas été acceptés encore dans d'autres genres.

Ce sont :

1° L'*Ascobolus trifolii*, Bivona. Encore accepté comme un *Ascobolus* pour quelques auteurs récents, mais qui doit en être certainement rejeté comme l'ont fait MM. Crouan en le réunissant aux *Phacidium* d'après l'avis du docteur Léveillé. Ses thèques n'ont d'ailleurs pas la déhiscence operculaire.

2° L'*Asc. atrovirens*, Nées, = *Peziza atrovirens*, Persoon.

3° L'*Asc. Burcardia*, Martius, synonyme de *Bulgaria globosa.*

4° L'*Asc. coronatus*, Schum., qui se rapporte au *Phacidium coronatum*, Fries.

5° L'*Asc. inquinans*, Nees, = *Bulgaria inquinans*, Fries.

6° L'*Asc. rhizophorus*, Spr. ou *Rhizina lævigata*, Fries.

7° L'*Asc. sarcoides*, Nees ou *Bulgaria sarcoides*, Fries.

8° L'*Asc. testaceus*, Wallroth., rentre dans le *Peziza testacea*, Mougeot.

9° L'*Asc. vitis*, Wallr., synonyme de *Peziza albo-violascens*, Alb. et Schwein., appartient au *Cyphella*, puisque cette espèce n'a pas de thèques, mais bien des basides tétraspores.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 5.

I. — *Ascobolus lignatilis*.

Fig. 1 et 2. Spores mûres prises sur des échantillons secs et par conséquent brunes, grossies 340 fois.

Fig. 3. Spore hypertrophiée, grossie 340 fois.

II. — *Ascobolus Crouani*.

Fig. 1. Jeune tige de Lilas portant quelques réceptacles de grandeur naturelle.
Fig. 2. Jeune groupe grossi 6 fois.
Fig. 3. Groupe de réceptacles plus avancés, grossi 6 fois.
Fig. 4. Réceptacle ayant tout son développement, grossi 4 fois.
Fig. 5. Coupe d'un jeune réceptacle, grossie 6 fois.
Fig. 6. Thèque mûre et paraphyses grossies 170 fois.
Fig. 7. Extrémité de deux paraphyses vues à un grossissement de 210 diamètres.
Fig. 8. Spore jeune grossie 340 fois.
Fig. 9, 10 et 11. Spores mûres, au même grossissement.
Fig. 12, 13 et 14. Spores hypertrophiées grossies 340 fois.
Fig. 15. Cellules formant la furfuration ; les plus extérieures sont apiculées. Grossissement 280 fois.

III. — *Ascobolus denudatus*

Fig. 1, 2 et 3. — Spores adultes grossies 340 fois.

IV. — *Ascobolus viridis*.

Fig. 1. Échantillon de grandeur naturelle.
Fig. 2. Réceptacle jeune, grossi 4 fois.
Fig. 3. Réceptacle entièrement développé, grossi 3 fois.
Fig. 4. Coupe d'un réceptacle adulte, même grossissement.
Fig. 5. Thèques et paraphyses amplifiées 170 fois.
Fig. 6. Extrémité supérieure d'une thèque après la déhiscence, montrant l'opercule mamelonné, grossie 280 fois.
Fig. 7. Spore au commencement de la maturité, grossie 340 fois.
Fig. 8. Spore mûre, même grossissement.

Fig. 9. Autre, commençant à se modifier dans sa forme.

Fig. 10. Autre, complétement modifiée.

Fig. 11. Spore très-jeune, montrant des granules internes.

Fig. 12. Spore hypertrophiée. Ces figures sont aussi dessinées sous un grossissement de 340 diamètres.

V. — *Ascobolus viridis*, var. *pruinosus*.

Fig. 1. Groupe de jeunes réceptacles, grossi 3 fois.

Fig. 2. Coupe d'une des cupules, grossie 3 fois.

PLANCHE 6.

VI. — *Ascobolus furfuraceus*.

Fig. 1. Réceptacle au plus jeune âge, grossi 20 fois.

Fig. 2. Échantillon de couleur normale et de grandeur naturelle, ayant une cupule complétement dégarnie de ses spores.

Fig. 3. Le même, grossi 4 fois.

Fig. 4. Coupe d'un réceptacle amplifiée 8 fois, montrant la saillie des thèques mûres au-dessus de l'hymenium.

Fig. 5. Partie du scolecite tiré d'un très-jeune réceptacle, grossie 170 fois.

Fig. 6. Thèque à son plus jeune âge, grossie 130 fois.

Fig. 7. Autre un peu plus avancée, montrant le premier nucléus de la première spore au milieu d'une masse gélatineuse, dessinée à un grossissement de 145 diamètres.

Fig. 8. Groupe de jeunes thèques et paraphyses, même grossisement.

Fig. 9. Thèque jeune, montrant quatre spores en voie de formation, vue au même grossissement.

Fig. 10. Autre encore plus âgée ; toutes les spores sont formées, mais encore incolores. Le protoplasma est presque entièrement refoulé sur les parois ou absorbé. Dessinée à 200 diamètres.

Fig. 11. Groupe de paraphyses accompagnées de thèques, dont une à maturité, grossie 145 fois.

Fig. 12. Extrémité supérieure d'une thèque après la déhiscence, montrant l'opercule arrondi, vu de face sous un grossissement de 190 diamètres.

Fig. 13. Spore très-jeune, figurée sans son enveloppe mucilagineuse.

Fig. 14 et 15. Spores mûres avec leur ampoule latérale.

Fig. 16 et 17. Autres mûres également, mais dont la membrane latérale est détruite.

Fig. 18. Autre adulte aussi, mais dont l'épispore est privé de matière colorante.

Fig. 19 et 20. Spores hypertrophiées, montrant les éraillements de l'épispore. Toutes les figures de spores, comme les précédentes, sont à un grossissement de 340 diamètres.

Fig. 21. Deux spores atrophiées, même grossissement.

Fig. 22. Spore dont l'épispore a été détaché par un frottement ménagé et apparaît sous forme de granules violacés, grossie 340 fois.

VII. — *Ascobolus furfuraceus*.

Fig. 1 et 2. Spores prises sur des échantillons provenant du Chili ; les fissures sont plus rapprochées. 340 diamètres.

VIII. — *Ascobolus furfuraceus.*

Fig. 1. Cupule isolée de la sous-variété foncée. Grossie 3 fois.

IX. — *Ascobolus furfuraceus*, var. *coronatus.*

Fig. 1. Groupe de la sous-variété foncée. Grossie 3 fois.

X. — *Ascobolus furfuraceus*, var. *nudus.*

Fig. 1. Échantillon de couleur normale, grandi 3 fois.

XI. — *Ascobolus vinosus.*

Fig. 1. Groupe de grandeur naturelle.

Fig. 2. Jeunes réceptacles grossis 4 fois; la marge est bien visible.

Fig. 3. Réceptacles plus âgés, grossis 3 fois; la marge a disparu, comme c'est l'état le plus fréquent.

Fig. 4. Thèque et paraphyses grossies 190 fois.

Fig. 5 et 6. Spores mûres grandies 340 fois.

PLANCHE 7.

XII. — *Ascobolus æruginеus.*

Fig. 1. Grandeur naturelle.

Fig. 2. Même groupe, grossi 3 fois.

Fig. 3. Thèques et paraphyses grossies 145 fois.

Fig. 4 et 5. Spores mûres grossies 340 fois. Elles sont munies de leur membrane latérale.

Fig. 6. Spore nue et ayant son épispore non fissuré.

Fig. 7. Autre à fissure non parallèle, toujours au même grossissement.

XIII. — *Ascobolus glaber.*

Fig. 1. Groupe de grandeur naturelle.

Fig. 2. Autre, grossi 4 fois.

Fig. 3. Réceptacle isolé grossi 8 fois.

Fig. 4. Thèques et paraphyses, amplifiées 190 fois.

Fig. 5. Opercule vu de profil, grossi 270 fois.

Fig. 6 à 11. Spores grossies 340 fois. — 6, spore très-jeune, avec ses granulations intérieures. — 7, spore commençant à mûrir, sans ampoule latérale. — 8, autre spore mûre avec sa membrane. — 9, spore mûre à fissures vermiculées. — 10, spore à épispore lisse. — 11, spore à fentes moins parallèles et sans membrane latérale.

XIV. — *Ascobolus glaber*, var. *albidus.*

Fig. 1. Groupe grossi 4 fois.

XV. — *Ascobolus glaber*, var. *lenticularis.*

Fig. 1. Groupe de grandeur naturelle.

Fig. 2. Le même, à un grossissement 3 fois plus considérable.

Fig. 3. Deux spores mûres, grossies 340 fois.

XVI. — *Ascobolus Leveillei.*

Fig. 1. Groupe de grandeur naturelle.

Fig. 2. Autre, grossi 5 fois.

Fig. 3. Réceptacles recueillis par un temps sec après la déhiscence des thèques, grossis 6 fois.

Fig. 4. Paraphyses et thèques à divers degrés de maturité, grossies 150 fois.

Fig. 5 à 8. Spores grossies 340 fois. — 5 et 6, munies de leur membrane latérale. — 7 à 8, nues.

Fig. 9. Parcelle de la membrane externe, grossie 340 fois.

PLANCHE 8.

XVII. — *Ascobolus immersus.*

Fig. 1. Aspect général de grandeur naturelle.

Fig. 2. Réceptacles immergés grossis 8 fois.

Ces deux figures appartiennent à des échantillons récoltés sur du fumier de vache; les suivantes ont été prises sur des échantillons récoltés sur celui de brebis.

Fig. 3. Groupe grossi 8 fois, montrant la nature immergée des réceptacles.

Fig. 4. Jeune échantillon libre, grossi 10 fois; on commence à voir l'hyménium par une fente de la membrane externe.

Fig. 5. Réceptacle adulte libre, grossi 16 fois; la pubescence furfuracée de l'extérieur est visible.

Fig. 6. Thèque prise un peu avant son plus grand développement, accompagnée d'une autre plus jeune et de paraphyses, grossie 135 fois.

Fig. 7. Extrémité supérieure d'une thèque après la déhiscence, grossie 135 fois.

Fig. 8. Spores agglomérées telles qu'elles sont lancées lors de la déhiscence, grossie à 70 diamètres.

Fig. 9 à 13. Spores libres grossies 170 *fois seulement.* — 9, spore très-jeune, incolore et encore granuleuse intérieurement. — 10, spore adulte entourée de sa membrane à épispore sans fissure. — 11, autre à épispore fissuré. — 12, autre également gercée, mais dont la membrane a disparu. — 13, spore hypertrophiée.

Fig. 14. Fascicule de poils du réceptacle, également très-grossi.

XVIII. — *Saccobolus Kervernii.*

Fig. 1. Aspect général à la vue simple.

Fig. 2. Échantillon grossi 5 fois.

Fig. 3. Thèque mûre accompagnée de paraphyses et d'une très-jeune thèque, grossie 150 fois.

Fig. 4. Autre après la déhiscence, montrant l'opercule triangulaire, et accompagnée d'une paraphyse, même grossissement.

Fig. 5. Groupe de spores entouré de sa membrane, tel qu'il est lancé au moment de la déhiscence, même grossissement.

Fig. 6 à 8. Spores grossies 340 fois. — 6 et 8, à épispore intact. — 7, à épispore fissuré, les fissures sont courtes et transversales.

XIX. — *Saccobolus violascens.*

Fig. 1. Groupe de grandeur naturelle.
Fig. 2. Autre grossi 5 fois.
Fig. 3. Fascicule de paraphyses et de thèques à divers degrés d'évolution, grossi 115 fois.
Fig. 4. Thèque ouverte, montrant l'opercule triangulaire, même grossissement.
Fig. 5. Extrémité supérieure d'une paraphyse, grossie 340 fois.
Fig. 6. Groupe de spores tel qu'il est lancé lors de la déhiscence, vu de face et grossi 250 fois.
Fig. 7. Autre groupe, vu de côté, grossi 220 fois.
Fig. 8. Spores à différents âges, grossies 340 fois.

PLANCHE 9.

XX. — *Saccobolus neglectus.*

Fig. 1. Aspect général à la vue simple.
Fig. 2. Groupe grossi 8 fois.
Fig. 3. Thèques et paraphyses, grossies 125 fois.
Fig. 4. Thèque ouverte, au même grossissement.
Fig. 5. Paraphyse isolée, grossie 190 fois.
Fig. 6. Groupe de spores, vu de face, même grossissement.
Fig. 7. Autre groupe, vu de côté, grossi 190 fois.
Fig. 8. Spores grossies 340 fois.

XXI. — *Saccobolus globulifer.*

Fig. 1. Échantillon de grandeur naturelle.
Fig. 2. Groupe grossi 13 fois.
Fig. 3. Thèques et paraphyses, grossies 120 fois.
Fig. 4. Thèque ouverte accompagnée d'une paraphyse rameuse, au même grossissement.
Fig. 5 et 6. Spores agrégées, deux groupes tels qu'ils sont lancés, grossies 280 fois.
Fig. 7. Spores adultes grossies 340 fois, et vues sur diverses faces.
Fig. 8 et 9. Spores jeunes, dessinées au même grossissement.

XXII. — *Thecotheus Pelletieri.*

Fig. 1. Aspect général à la vue simple.
Fig. 2. Jeunes réceptacles grossis 5 fois ; on remarque sur les plus avancés la nature saillante de l'hyménium.
Fig. 3. Réceptacles parvenus à tout leur développement ; vus au même grossissement ; la saillie de l'hyménium est plus confuse.
Fig. 4. Thèques et paraphyses, grossies 90 fois.
Fig. 5. Extrémité supérieure d'une thèque, montrant l'opercule ouvert, 120 diamètres.
Fig. 6 et 7. Spores mûres, grossies 340 fois.
Fig. 8. Spore jeune ayant encore son limbe gélatineux et des granules intérieurs, même grossissement.
Fig. 9. Parcelle de la membrane externe montrant les cellules saillantes qui forment la pruine, 120 fois plus grande que nature.

XXIII. — *Ryparobius brunneus.*

Fig. 1. Aspect général à la vue simple.
Fig. 2. Groupe grossi 30 fois.
Fig. 3. Réceptacle isolé, grossi 120 fois.
Fig. 4. Thèques mêlées de paraphyses, grossies 190 fois.
Fig. 5. Spores grossies 340 fois.

XXIV. — *Ryparobius Cookei.*

Fig. 1. Aspect général à la vue simple.
Fig 2. Groupe grossi 40 fois.
Fig. 3. Réceptacle isolé observé par un temps sec, grandi 35 fois.
Fig. 4. Thèques et paraphyses, grossies 150 fois.
Fig. 5. Thèque mûre, montrant ses spores groupées à l'extrémité; la commissure de l'opercule est bien visible. 210 diamètres.
Fig. 6. Même thèque après la déhiscence et au même grossissement.
Fig. 7. Spores grossies 340 fois.

PLANCHE 10.

XXV. — *Ryparobius felinus.*

Fig. 1. Aspect général à la vue simple.
Fig. 2. Groupe grossi 35 fois.
Fig. 3. Fascicule de thèques et paraphyses vus à un grossissement de 150 diamètres.
Fig. 4. Thèque isolée mûre, ayant ses spores agrégées à l'extrémité, grossie 150 fois.
Fig. 5. Spores à 340 diamètres.

XXVI. — *Ryparobius dubius.*

Fig. 1. Aspect général vu à la loupe.
Fig. 2. Réceptacles immergés, grossis 30 fois.
Fig. 3. Thèques à divers degrés d'évolution, à 150 diamètres.
Fig. 4. Thèque isolée, mûre, grossie 150 fois; ses spores sont réunies en un globule prêt à être lancé.
Fig. 5. Spores grossies 340 fois.

XXVII. — *Ryparobius myriosporus.*

Fig. 1. Aspect de cette espèce à la vue simple.
Fig. 2. Groupe de réceptacles grossis 30 fois.
Fig. 3. Thèques et paraphyses grossies 140 fois.
Fig. 4. Spores grossies 340 fois.
Fig. 5. Paraphyses isolées, dont une est accompagnée d'une très-jeune thèque. 140 diamètres.

XXVIII. — *Ascophanus subfuscus.*

Fig. 1. Aspect général à la vue simple.
Fig. 2. Groupe de réceptacles grossi 45 fois.
Fig. 3. Thèques et paraphyses grossies 200 fois.

Fig. 4. Spores, vues sous un grossissement de 340 diamètres.
Fig. 5. Paraphyses incolores, prises sur les variétés pâles et grossies 200 fois.

XXIX. — *Ascophanus minutissimus.*

Fig. 1. Aspect général vu à la loupe.
Fig. 2. Groupe de réceptacles, grossi 35 fois.
Fig. 3. Thèques et paraphyses, vues sous 190 diamètres.
Fig. 4. Paraphyses isolées, au même grossissement.
Fig. 5. Spores grossies 340 fois.

XXX. — *Ascophanus Cœmansii.*

Fig. 1. Port de l'espèce à la vue simple.
Fig. 2. Réceptacles grossis 8 fois.
Fig. 3. Fascicule de thèques et paraphyses, vu à un grossissement de 240 diamètres.
Fig. 4. Paraphyse bifurquée, grossie 240 fois.
Fig 5. Thèque isolée, vue au même grossissement.
Fig. 6. Spores grossies 340 fois.
Fig. 7. Spores n'ayant pas encore atteint leur maturité complète et agrégées par le retrait de la matière mucilagineuse.
Fig. 8. Même agrégation colorée par la teinture d'iode, mais dont six spores ont été détachées par pression, de manière à montrer le réseau que forme le mucilage qui les agglutine.

XXXI. — *Ascophanus granuliformis.*

Fig. 1. Aspect général à la vue simple.
Fig. 2. Groupe grossi 8 fois.
Fig. 3 et 4. Thèques et paraphyses grossies 170 fois.
Fig. 5. Thèque après la déhiscence, vue de face.
Fig. 6. Autre, vue de profil. Ces deux figures sont dessinées au même grossissement.
Fig. 7. Spores grossies 340 fois.
Fig. 8. Extrémité supérieure d'une thèque mûre, montrant la commissure de l'opercule.
Fig. 9. Même extrémité, prise quelques instants avant la rupture ; on distingue une légère échancrure au côté interne de la paroi et correspondant à la commissure. Cette figure, comme la précédente, est grossie 340 fois.

PLANCHE 11.

XXXII. — *Ascophanus argenteus.*

Fig. 1 et 2. Thèques avec leurs spores, très-grossies, d'après M. Cooke.

XXXIII. *Ascophanus vicinus.*

Fig. 1. Grandeur naturelle.
Fig. 2. Réceptacles grossis 6 fois.
Fig. 3. Thèques à divers degrés de croissance accompagnées de paraphyses, grossies 170 fois.

Fig. 4. Thèque isolée, contenant quatre spores normales et quatre spores atrophiées; même grossissement.

Fig. 5. Paraphyse isolée, grossie 200 fois.

Fig. 6. Spores grossies 340 fois.

Fig. 7. Parcelle de la membrane extérieure, grossie 170 fois.

XXXIV. — *Ascophanus ochraceus.*

Fig. 1. Aspect général à vue simple.

Fig. 2. Réceptacles grossis 6 fois.

Fig. 3. Paraphyses et thèques, grossies 150 fois.

Fig. 4. Thèque mûre munie de ses spores.

Fig. 5. La même après la déhiscence, sa taille est diminuée d'un cinquième. Comme la précédente figure, grossie 150 fois.

Fig. 6. Paraphyse divisée dès la base, même grossissement.

Fig. 7. Spores vues sous un grossissement de 340 diamètres.

XXXV. — *Ascophanus sexdecimsporus.*

Fig. 1. Grandeur naturelle.

Fig. 2. Groupe grossi 6 fois.

Fig. 3 et 4. Thèques et paraphyses, grossies 170 fois.

Fig. 5. Spores grossies 340 fois.

XXXVI. — *Ascophanus aurora.*

Fig. 1. Aspect à la vue simple.

Fig. 2. Groupe grossi 12 fois.

Fig. 3. Thèques et paraphyses à un grossissement de 210 diamètres.

Fig. 4. Paraphyses simples et rameuses, au même grossissement.

Fig. 5. Spores grossies 340 fois.

XXXVII. — *Ascophanus cinereus.*

Fig. 1. Groupe de grandeur naturelle.

Fig. 2. Autre, grossi 3 fois.

Fig. 3. Thèques et paraphyses à 95 diamètres.

Fig. 4. Spore très-jeune, grossie 340 fois. L'épispore est encore lisse.

Fig. 5. Spores mûres, au même grossissement. L'épispore est granuleux et l'on voit à chaque extrémité d'autres granules accumulés sous forme de caroncules.

Fig. 6. Spore encore plus avancée, montrant les granules de l'extrémité qui se détachent. Même grossissement.

PLANCHE 12.

XXXVIII. — *Ascophanus carneus.*

Fig. 1. Aspect général à la vue simple.

Fig. 2. Groupe de réceptacles, grossi 4 fois.

Fig. 3. Thèques et paraphyses grossies 95 fois.

Fig. 4. Spores grossies 340 fois, dont une, *a*, est jeune et encore entourée de son mucilage. L'épispore n'est pas encore granuleux.

XXXIX. — *Ascophanus carneus*, var. *cuniculi.*

Fig. 1. Aspect général à la vue simple.
Fig. 2. Groupe grossi 4 fois.
Fig. 3. Thèque et paraphyse, grossies 95 fois.
Fig. 4. Spores, vues à un grossissement de 340 diamètres, dont une, *a*, très-jeune.

XL. — *Ascophanus saccharinus.*

Fig. 1. Groupe de grandeur naturelle, croissant sur du vieux papier.
Fig. 2. Même groupe, grossi 3 fois.

XLI. — *Ascophanus papillatus.*

Fig. 1. Grandeur naturelle.
Fig. 2. Plusieurs réceptacles, grossis 12 fois.
Fig. 3. Thèques et paraphyses, grossies 95 fois.
Fig. 4. Extrémité supérieure d'une thèque ouverte, montrant l'opercule se refermant, vue à 170 diamètres.
Fig. 5. Spores grossies 340 fois.
Fig. 6. Portion de la membrane extérieure prise sur la marge, montrant les poils continus ou cloisonnés. Grossie 80 fois.

XLII. — *Ascophanus pilosus* (type).

Fig. 1. Aspect général à la vue seule.
Fig. 2. Groupe grossi 8 fois.

XLIII. — *Ascophanus pilosus*, var. *vaccinus.*

Fig. 1. Groupe de grandeur naturelle.
Fig. 2. Réceptacles grossis 4 fois.

XLIV. — *Ascophanus pilosus*, var. *equinus.*

Fig. 1. Grandeur naturelle.
Fig. 2. Groupe de réceptacles, grossi 4 fois.
Fig. 3. Réceptacle jeune, grossi 10 fois, montrant les poils naissant de la partie médiane.
Fig. 4. Coupe d'un autre réceptacle adulte au même grossissement.
Fig. 5 et 6. Thèques et paraphyses, grossies 95 fois.
Fig. 7. Extrémité supérieure d'une thèque après la déhiscence, montrant l'opercule seulement entr'ouvert. 150 diamètres.
Fig. 8. Spore jeune entourée de son mucilage, grossie 340 fois.
Fig. 9. Autre spore mûre et sans enveloppe mucilagineuse, au même grossissement.
Fig. 10. Poils de différentes grandeurs, grossis 80 fois.
Fig. 11. Portion de la membrane extérieure prise à la marge, montrant ses cellules transverses, grossie 90 fois.

ANATOMIE COMPARÉE DE LA FLEUR FEMELLE

ET DU FRUIT

DES CYCADÉES, DES CONIFÈRES ET DES GNÉTACÉES (1),

Par M. Ph. VAN TIEGHEM,
Maître de conférences à l'École normale.

Dans un mémoire sur l'Anatomie comparée de la Fleur que l'Académie des sciences a daigné couronner (2), j'ai dû passer sous silence l'organisation florale des Cycadées, des Conifères et des Gnétacées; des études récentes me permettent aujourd'hui de combler cette lacune.

J'ai fait connaître ailleurs (3) les principes anatomiques sur lesquels repose la méthode générale de recherches que j'ai suivie dans ce travail et dont je poursuis l'application à l'ensemble de l'organisation végétale ; je puis donc entrer immédiatement dans l'exposé des résultats auxquels elle m'a conduit.

Il s'agit de savoir si les corps reproducteurs des plantes de ces trois familles sont portés par une feuille ou par un rameau ; dans le premier cas ils seront certainement des ovules ; dans le second, il y aura lieu de rechercher s'ils sont eux-mêmes de nature appendiculaire ou axile. Or le rameau a toujours ses faisceaux disposés et orientés symétriquement par rapport à une droite; la feuille n'a jamais ses faisceaux disposés et orientés symétriquement que par rapport à un plan, et les réciproques de ces deux propositions sont vraies.

(1) Les principaux résultats de ce travail ont été présentés à l'Académie des sciences dans les séances des 5 et 12 avril 1869 (*Comptes rendus*, t. LXVIII).

(2) Ces recherches, présentées à l'Académie des sciences le 29 mai 1867, seront insérées au *Recueil des savants étrangers ;* une partie en a été publiée dans ces *Annales* sous ce titre : *Recherches sur la structure du pistil* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, Bot., t. IX, p. 127).

(3) Voyez, *Recherches sur la structure du pistil*, et *Recherches sur la symétrie de structure des Végétaux* (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 151).

En appliquant ce caractère anatomique général à l'étude de la question actuelle, nous arrivons aux conclusions suivantes :

Les Cycadées sont véritablement gymnospermes, et ce sont les feuilles modifiées, nées directement de l'axe du bourgeon femelle, qui développent les ovules sur leurs bords, en constituant chacune un carpelle ouvert.

Les Conifères aussi ont leurs ovules nus et sont gymnospermes ; mais ce n'est jamais la bractée, insérée sur l'axe du bourgeon femelle ou bractée de premier ordre, qui porte les corps reproducteurs, et cette circonstance établit une différence essentielle entre les Conifères et les Cycadées. Les ovules des Conifères sont toujours portés sur la face dorsale de la première et unique feuille d'un rameau axillaire qui s'éteint en la produisant ; cette feuille constitue un carpelle ouvert, et forme à elle seule la fleur femelle tout entière ; elle est toujours inverse, c'est-à-dire diamétralement opposée à la feuille mère sur le rameau, de sorte que la bractée mère et la bractée ovulifère se regardent, et sont en contact par leurs faces de même nom.

Enfin les Gnétacées possèdent un ovaire, mais c'est un ovaire béant dépourvu de style et de stigmate.

Tels sont les résultats les plus généraux ; entrons maintenant dans l'exposé des preuves anatomiques.

Cycadées.

L'organe femelle des *Cycas*, *Zamia*, *Macrozamia* et *Dioon* (pl. 13, fig. 1-17), reçoit de l'axe un seul faisceau qui se bifurque ou se trifurque déjà en traversant le parenchyme cortical ; les branches, à mesure qu'elles s'élèvent dans l'écaille, se divisent à leur tour pour constituer un arc à trachées supérieures et dont les faisceaux marginaux se rendent aux corps reproducteurs correspondants. Dans les *Cycas*, après le départ des branches qui forment les derniers ovules, l'arc continue à envoyer à droite et à gauche ses faisceaux marginaux dans les segments latéraux qui ornent la partie stérile de l'écaille. Ces segments ou lobes correspondent donc entièrement par leur mode d'insertion anato-

mique aux ovules de la région inférieure. L'origine, l'orientation et la disposition en arc des faisceaux de l'écaille démontrent que cet organe est une feuille et non un rameau, et, par suite, que les corps reproducteurs qu'il porte sont des ovules, et non des pistils.

Mais vérifions et complétons ce résultat en appliquant directement notre méthode à l'étude anatomique du corps reproducteur lui-même. Nous verrons que chaque ovule reçoit du pétiole un faisceau qui se trifurque en y pénétrant ; la branche médiane se rend au nucelle, les deux latérales entrent dans la membrane en demeurant simples dans les *Cycas*, en se trifurquant chacune pour former six branches dans les *Zamia* et *Macrozamia*, en se divisant chacune en six pour former douze branches dans le *Dioon*. Dans tous les cas, le système vasculaire total de l'ovule ne possède qu'un seul plan de symétrie (1); l'ovule est donc de nature appendiculaire; et comme il est inséré sur un appendice, comme son arc vasculaire est tangent au même plan que celui de cet appendice et orienté du même côté, on voit qu'il se comporte anatomiquement comme un segment de feuille par rapport à la nervure médiane, comme une foliole de feuille composée par rapport au pétiole qui la porte.

L'étude directe des corps reproducteurs vient donc compléter celle de leur support commun, en montrant que non-seulement l'ovule s'insère sur le bord d'une feuille et correspond par sa position à un lobe ou à un segment de cette feuille, mais encore que la distribution des faisceaux vasculaires et le genre de symétrie du système qu'ils constituent y est telle qu'il convient à ce lobe ou à ce segment de feuille.

Tel est le résultat général : on trouvera à l'explication des planches tout le détail des faits.

Les Cycadées sont donc véritablement gymnospermes, et ce sont les feuilles modifiées, nées directement de l'axe du bourgeon

(1) Je reviendrai avec plus de détails sur cette question dans un travail général sur la symétrie de structure et la nature de l'ovule, dont je m'occupe en ce moment, et dont les principaux résultats ont été présentés à l'Académie dans sa séance du 26 juillet 1869 (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 289).

femelle qui développent les ovules sur leurs bords, en constituant chacune un carpelle ouvert.

Nous sommes conduits ainsi par l'application de notre méthode anatomique, à l'opinion généralement admise par les botanistes modernes, fortifiée récemment encore par les observations de M. Gris (1) et par les études de M. Miquel (2), mais qu'il n'était peut-être pas inutile d'établir définitivement sur une démonstration rigoureuse et dont chacun pût vérifier aisément l'exactitude.

Conifères.

Dans les Conifères, au contraire, ce n'est jamais la bractée du bourgeon femelle qui porte les corps reproducteurs ; ceux-ci reçoivent toujours leurs faisceaux d'une production née à l'aisselle de la bractée, sans liaison vasculaire avec elle, insérée directement sur l'axe, et dont il s'agit de déterminer la nature.

Dans toutes les plantes de cette famille, la feuille ne reçoit de l'axe qu'un seul faisceau (3) qui se bifurque quelquefois avant d'émerger comme dans le Ginkgo ; mais quand elle est fertile on voit s'échapper, un peu au-dessus du point où le faisceau foliaire quitte le cercle vasculaire, deux branches récemment émises par les deux faisceaux voisins ; elles cheminent horizontalement dans le parenchyme cortical, au-dessus du faisceau foliaire, en se tournant les trachées l'une vers l'autre, et se re-

(1) *Bulletin de la Société botanique*, t. XIII, p. 11, 1866.

(2) *Adansonia*, t. VIII, p. 359.

(3) Suivant M. Geyler (*Pringsheim's Jahrbücher*, Bd. VI, Heft I-II, S. 55, 1867, pl. VIII, fig. 3), les *Phyllocladus* feraient exception à cette règle, et s'éloigneraient ainsi de toutes les autres Conifères ; mais il est aisé de voir que cette exception n'est qu'apparente. Des trois faisceaux qui s'échappent de l'axe à chaque insertion dans les *Phyllocladus*, le médian seul se rend dans la bractée, les deux latéraux se placent vis-à-vis l'un de l'autre, et pénètrent dans le rameau axillaire. Celui-ci produit des bractées dans l'ordre distique longitudinal, et, comme il maintient pendant quelque temps les faisceaux simples de ces bractées dans son parenchyme cortical, il s'aplatit dans le plan de la branche qui le porte. Je décrirai ailleurs la structure singulièrement complexe de ces lames ; il me suffit de montrer ici que l'insertion anatomique des feuilles et des rameaux se fait dans les *Phyllocladus* comme dans toutes les autres Conifères.

lèvent dans le bourgeon où elles se divisent pour constituer le cercle fibro-vasculaire du rameau. Trois faisceaux correspondent donc à chaque feuille fertile : l'inférieur a ses trachées en haut et se rend à la feuille ; les deux supérieurs ont leurs trachées latérales et en regard, et forment le rameau. La bractée du bourgeon femelle se comporte comme la feuille ; stérile, elle ne reçoit qu'un faisceau ; fertile, elle en prend trois, l'inférieur pour elle, et les deux supérieurs pour son rameau axillaire. Mais, tandis qu'à l'aisselle de la feuille, le rameau se développe toujours complétement (1), à l'aisselle de la bractée les deux faisceaux qui lui sont destinés subissent, comme nous allons le voir, un sort différent.

I

1. — *a.* Dans les *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Larix* et *Cedrus* (fig. 18-21), le faisceau de la bractée-mère et la paire de faisceaux supérieurs s'entourent immédiatement l'un et l'autre d'une gaîne particulière de parenchyme, de sorte que les deux systèmes sont entièrement distincts à partir de leur insertion sur l'axe. Mais dès qu'ils émergent, les deux faisceaux supérieurs se rapprochent en tournant sur eux-mêmes de manière à se mettre côte à côte et à présenter tous deux leurs trachées en dehors et en bas ; puis, chacun d'eux se divise, les branches du milieu se réunissent souvent, et il se forme ainsi un arc fibro-vasculaire à concavité inférieure et externe ; les trachées en occupent le bord concave, et, par conséquent, sont tournées vers la bractée-mère ; en d'autres termes, les trachées du faisceau de la bractée-mère et celles de l'arc de l'organe axillaire se regardent. C'est d'un des faisceaux latéraux de cet arc que se détache à une certaine hauteur et de chaque côté une branche qui se dirige en arrière pour se rendre au corps reproducteur correspondant.

(1) Je veux dire que, même dans les cas les plus défavorables, il porte plusieurs feuilles avant de se terminer. Ainsi, dans le *Pinus Fremontiana*, par exemple, le bourgeon rudimentaire développe d'abord plusieurs petites écailles (sept environ) avant de produire l'unique feuille aciculaire par laquelle il se termine. Cette plante nous offre néanmoins une transition remarquable vers la dégradation plus profonde encore qui frappe le rameau axillaire de la bractée femelle.

La disposition en arc des faisceaux de la production axillaire prouve que cet organe est une feuille et non un rameau, et, par suite, que les corps reproducteurs qu'il porte sont des ovules et non des pistils ; l'orientation extérieure de cet arc montre que la feuille qu'il constitue est diamétralement opposée à la bractée-mère ; enfin, l'origine de cet arc atteste que cette feuille appartient au rameau axillaire qu'elle représente seule, c'est-à-dire dont elle est le premier et unique appendice.

Ainsi la production ovulifère des Abiétinées possède la structure, l'orientation et le mode d'insertion qui conviennent à la première feuille du rameau axillaire arrêté dans son développement ultérieur. Cette première feuille porte les ovules sur sa face dorsale ; elle constitue un carpelle ouvert, et l'on comprend bien qu'elle ne se ferme pas, puisqu'en se repliant, à la manière des carpelles ordinaires des Phanérogames, c'est-à-dire sur sa face ventrale, elle n'envelopperait pas les ovules qui n'en demeureraient pas moins à nu sur sa face dorsale ; l'occlusion de la feuille serait sans but, elle ne se fait pas (1). Mais tous ces carpelles, en se soudant ensemble après la fécondation, par leur partie supérieure plus ou moins épaissie, constituent un organe contenant autant de logettes biovulées qu'il y a de carpelles, et, par cette combinaison le même but est atteint que chez les Angiospermes, c'est-à-dire que les ovules peuvent se transformer en graines dans une cavité close, à l'abri des influences nuisibles du milieu extérieur.

b. Il en est de même, à deux différences près, chez les *Sequoia*,

(1) Je ne discuterai pas ici la question de savoir si, recevant du rameau les deux faisceaux qui lui sont destinés, s'insérant en définitive sur l'axe du bourgeon par une double attache, paraissant manquer en général de faisceau médian, cette feuille ne serait pas formée en réalité par les deux premières feuilles du rameau, l'une à droite, l'autre à gauche de la bractée-mère, rapprochées en arrière et réunies l'une à l'autre par leurs bords postérieurs, comme cela a lieu, par exemple, pour la première feuille du rameau chez les Graminées. Si donc, je la considère dans tout ce discours comme simple, c'est en réservant cette question. Il est clair que, cette réserve faite, il n'y a aucun inconvénient à regarder la feuille ovulifère comme une feuille simple ; si on la démontrait double, il suffirait de dire que la fleur femelle est formée de deux carpelles ouverts, réunis par leurs bords postérieurs, étalés et portant les ovules sur leur face dorsale.

les *Arthrotaxis* (fig. 22-30) et sans doute aussi chez les *Sciadopitys* dont je n'ai pas pu analyser la fleur. Le faisceau foliaire et les faisceaux supérieurs y demeurent, en effet, enveloppés dans la même gaîne de parenchyme depuis leur insertion sur l'axe jusque vers leur sommet ; là, le parenchyme se sépare, les deux organes s'isolent, et tandis que la bractée-mère se termine par une languette, la première feuille du bourgeon continue son développement, dépasse un peu la bractée et c'est elle, comme dans les Pins, qui en s'accolant latéralement à ses congénères, et en dessus à la face inférieure des bractées-mères, forme chaque logette du cône après la fécondation. L'écaille du cône des *Sequoia* est donc double, formée de deux feuilles inverses réunies par leurs faces de même nom, et c'est de la feuille supérieure, premier et unique appendice du rameau axillaire, que partent les branches vasculaires qui se dirigent en arrière pour se rendre aux ovules.

Voilà la première différence ; la seconde tient à ce que la partie des faisceaux de la feuille séminifère inférieure au point de départ des branches ovulaires s'allonge moins que dans les Pins, d'où il résulte que les ovules sont perpendiculaires à la surface de la feuille, c'est-à-dire horizontaux, ou même presque dressés.

2. —*b*. Dans les *Juniperus*, *Thuja*, *Biota*, *Cupressus*, *Callitris*, *Taxodium* et *Cryptomeria* (1) les choses se passent exactement comme dans les *Sequoia* (pl. 14, fig. 31-57). Il y a encore un système supérieur, identique avec celui des Pins et qui est la première feuille du bourgeon axillaire produisant les ovules sur sa face dorsale ; ce système supérieur est encore compris jusque vers le sommet dans la même gaîne de parenchyme que les faisceaux de la bractée-mère. Mais la région de la feuille ovulifère inférieure aux ovules, qui déjà dans les *Sequoia*, *Arthrotaxis* et *Sciadopitys* s'allongeait moins que dans les Pins, ce qui redressait à demi les corps reproducteurs, ne se développe ici que fort peu ou pas du tout, de sorte que les ovules sont portés à la base

(1) Et sans doute aussi dans les genres voisins dont je n'ai pas pu examiner les fruits : *Glyptostrob*, *Widdringtonia*, *Actinostrobus*, *Frenela*, *Libocedrus*, *Thujopsis*, *Diselma*, *Fitz-Roya*, *Chamæcyparis*.

même de la feuille, et par conséquent dressés ; voilà toute la différence. Réunissons le parenchyme de la feuille séminifère des Pins avec celui de la bractée-mère, puis faisons entrer le tout dans l'axe jusqu'au point d'insertion des ovules que ce mouvement redressera, et nous obtiendrons l'organisation florale des Cupressinées, en passant par celle des *Sequoia*, *Arthrotaxis* et *Sciadopitys*, qui forment ainsi le lien naturel entre le groupe des Cyprès et celui des Pins (1).

3. — *a*. La fleur femelle du Ginkgo (pl. 15, fig. 58-62) possède essentiellement la même structure que celle des Pins. Les feuilles fertiles du bourgeon femelle entraînent encore, outre leur faisceau propre bifurqué, deux faisceaux également bifurqués, destinés au rameau ; mais ces deux derniers faisceaux se rapprochent aussitôt en arrière pour constituer un arc ouvert en bas et en dehors, à trachées inférieures et externes, et ils se rendent ainsi tout entiers dans un appendice orienté en sens contraire de la feuille-mère. Cet appendice n'est autre chose que la première et unique

(1) MM. Baillon (*Ann. des sc. nat.*, 4ᵉ série, t. XIV, p. 186, 1860, et *Adansonia*, t. V), Dickson (*Transact. Soc. Bot. Edinb.*, t. VII, p. 47, 1861) et Parlatore (*Ann. des sc. nat.*, 4ᵉ série, t. XVI, p. 115, 1861, et *Prodromus syst. regn. veget.*, pars. XVI, *Coniferæ*, 1868), s'appuyant sur l'étude organogénique et sur l'analogie, ont émis l'opinion que l'écaille de la plupart des Cupressinées est double et que c'est l'organe intérieur, considéré à tort par ces auteurs comme un axe, qui porte les ovules regardés par eux comme des pistils. Mais il semble que les raisons qu'ils ont données de cette double nature de l'écaille ne sont pas entièrement démonstratives, car M. Eichler, dans un travail plus récent (*Excursus morphologicus de formatione florum Gymnospermarum*, dans *Flora Brasiliensis de Martius*, fasc. 34, 1863, col. 435 et suiv., et dans *Ann. des sc. nat.*, 4ᵉ série, t. XIX, 1863, p. 257) tout en admettant que dans le *Taxodium* et les *Cryptomeria* l'écaille du cône est double, se refuse absolument à reconnaître la même structure chez les Cupressinées vraies. « Nullius igitur, ponderis », conclut-il, « mihi videtur analogia illa quam urget cl. Parlatore.....; nullo modo abire possumus » a sententia nostra statuentes squamas Cupressacearum mera esse organa foliacea » (*Ann.*, *loc. cit.*, p. 277). J'espère que le résultat de l'étude anatomique de ces écailles, tel que nous venons de le résumer, convaincra tous les botanistes de la justesse et de la généralité de l'opinion de MM. Baillon, Dickson et Parlatore, en ce qui concerne la nature double et la double origine de ces organes ; nous l'avons appuyée sur une démonstration rigoureuse et que chacun pourra vérifier aisément même sur les écailles sèches des cônes conservés dans les collections. Il est à peine utile de faire remarquer que cette permanence, cette indestructibilité des caractères qui servent de critérium est un précieux avantage de la méthode anatomique sur l'observation organogénique qui ne s'appuie que sur une série d'états transitoires.

feuille du bourgeon axillaire ; il correspond entièrement à l'écaille ovulifère des Abiétinées, et, comme elle, il est entièrement libre et distinct de la feuille-mère depuis son insertion sur l'axe. Seulement cette feuille inverse est ici, comme toutes celles de la plante, longuement pétiolée, et son pétiole se termine par deux ovules de la même manière que le pétiole ordinaire s'épanouit en un limbe bilobé ; chaque ovule correspond à une moitié du limbe et résulte de sa transformation ; et comme on rencontre des feuilles à trois, quatre, cinq et même six lobes, de même on trouve des pétioles portant trois, quatre cinq et même six ovules qui divergent à peu près dans le même plan. L'étude directe de l'ovule vient d'ailleurs compléter ce résultat en montrant que le système vasculaire de cet organe ne possède qu'un seul plan de symétrie. Ainsi, non-seulement par leur position au sommet d'un pétiole, les deux ovules correspondent chacun à une moitié du limbe bilobé de la feuille normale, mais encore la disposition des faisceaux vasculaires y est telle qu'il convient à cette moitié du limbe.

La seule différence entre la fleur du Ginkgo et la fleur des Pins consiste en ce que l'allongement de l'appendice ovulifère qui, dans les Abiétinées, se fait à la fois au-dessus et au-dessous des ovules, qui, dans les Cupressinées ne se fait qu'au-dessus, ici, au contraire, ne se produit qu'au-dessous ; d'où il résulte que les ovules terminent la feuille (1).

b. Les *Araucaria*, *Dammara* et *Cunninghamia* (fig. 63-78) se comportent comme le Ginkgo, en ce sens du moins que la feuille ovulifère ne s'y allonge encore que dans sa partie inférieure à l'insertion des ovules, et que ceux-ci la terminent, ou à peu près,

(1) On voit combien ce résultat de l'étude anatomique diffère de l'opinion universellement admise et qui paraît n'avoir jamais été contredite, opinion suivant laquelle l'organe allongé et presque cylindrique qui porte les ovules du Ginkgo serait un rameau, un pédoncule axillaire de la feuille ; ce rameau produirait des ramuscules, et chaque ovule ne serait autre chose que le sommet transformé de chacun de ces ramuscules. « Les fleurs femelles du *Salisburia Ginkgo* sont portées au nombre de deux ou plus à l'extrémité divisée d'un petit rameau. » (Baillon, *loc. cit.*, p. 192.) Suivant une manière de voir un peu différente, il naîtrait deux ou plusieurs rameaux allongés, à l'aisselle de chaque feuille fertile ; ces pédoncules se souderaient entre eux sur une certaine longueur pour devenir libres au sommet et se terminer chacun par un seul

mais en se réfléchissant vers sa base. L'ovule des *Araucaria* m'a paru se réfléchir sur la face ventrale inférieure de la feuille qui le porte; il se trouve ainsi enfermé entre elle et la bractée-mère, ce qui explique pourquoi sa membrane contracte une adhérence intime avec le parenchyme de ces deux feuilles. Au contraire l'ovule des *Dammara* comme aussi les trois ovules du *Cunninghamia* se réfléchissent sur la face dorsale de la feuille et en demeurent entièrement distincts. Mais une différence intervient entre ces plantes et le Ginkgo, et cette différence est du même ordre que celle que nous avons déjà rencontrée entre les *Sequoia* et les Pins, c'est-à-dire que le système vasculaire supérieur qui fournit aux ovules leurs branches vasculaires, demeure compris avec les nervures de la bractée-mère dans la même gaîne de parenchyme, et que l'écaille du cône est double jusqu'au-dessus du point d'insertion des ovules (1).

4. Enfin, il arrive que les faisceaux supérieurs, au lieu de se developper, comme dans les trois cas précédents, tantôt à la fois au-dessus et au-dessous des ovules, tantôt seulement au-dessus, tantôt seulement au-dessous, ne s'allongent sensiblement ni au-dessus, ni au-dessous. Alors l'ovule (ou les ovules) termine la feuille, il provient de la transformation de son limbe tout entier, et cette feuille est sessile ou du moins son pétiole est fort court; l'ovule représente à lui seul la première feuille du rameau axillaire presque tout entière ; en d'autres termes le carpelle, tout en conservant dans son système vasculaire l'origine, l'orientation et la structure qui lui sont propres, est réduit à sa portion ovulaire. C'est ce qui a lieu :

ovule, de sorte que si l'organe allongé porte quatre ovules, il est le résultat de la soudure de quatre axes congénères issus de l'aisselle de la même bractée. M. Eichler, *loc. cit.*, 271, dit en effet : « Salisburyæ ovula summitatem effingunt pedunculorum » elongatorum sæpius in modum gemmarum collateralium e foliorum axillis surgen- » tium, et plus minus connatorum. » On voit encore que nos observations viennent changer la place du Ginkgo dans la classification des Conifères où les auteurs, s'appuyant sur cette structure erronée de la fleur femelle, l'ont placé jusqu'à présent parmi les Taxinées à côté des *Taxus* et des *Torreya*.

(1) M. Eichler reconnaît une structure double à l'écaille du *Cunninghamia*, mais il refuse de l'admettre chez les *Araucaria* et les *Dammara*, comme chez les Cupressinées.

1° *a*. Avec indépendance complète de la feuille ovulaire par rapport à la bractée-mère, dans les *Podocarpus* (fig. 79-86), où la première feuille du rameau se replie sur sa face dorsale pour former un ovule anatrope, ainsi que dans les *Phyllocladus*, les *Pherosphæra* et certaines espèces de *Dacrydium* (d'après M. Eichler), où la feuille demeurée droite produit un ovule orthotrope et dressé.

2° *b*. Avec réunion des faisceaux de la partie inférieure de la feuille ovulaire dans le même parenchyme que ceux de la bractée-mère, jusque vers le tiers ou le milieu de la longueur de celle-ci, d'où résulte le renversement partiel de l'ovule, dans d'autres espèces de *Dacrydium* ainsi que dans les *Saxe-Gothæa* et *Microcachrys* (d'après M. Eichler).

II

Dans toutes les Conifères que nous avons étudiées dans la première partie de ce travail, le rameau axillaire de la bractée du bourgeon femelle, ou rameau de seconde génération, ne développe que sa première feuille ovulifère sans se prolonger au delà ; la fleur femelle, réduite à ce carpelle ouvert, y est toujours de seconde génération.

Dans les plantes de cette famille dont il nous reste à parler, au contraire, les deux faisceaux supérieurs de chaque bractée fertile du bourgeon se disposent en cercle et se divisent pour constituer le système fibro-vasculaire d'un rameau complet de seconde génération qui porte plusieurs bractées ordinaires avant de se terminer. Un certain nombre de ces bractées de second ordre, quelquefois une seule, sont fertiles et produisent des rameaux de troisième génération. Ceux-ci, tantôt ne forment que leur première feuille ovulifère et s'arrêtent ; les choses se passent alors comme dans le premier groupe, mais un degré plus haut, et les fleurs femelles sont de troisième génération ; tantôt ils développent eux aussi plusieurs bractées ordinaires à l'aisselle d'un certain nombre desquelles naissent des rameaux de quatrième génération qui ne forment que leur première feuille ovulifère sans se prolonger au delà, et l'on rencontre encore la même or-

ganisation florale, mais à condition de s'élever de deux degrés; les fleurs femelles sont alors de quatrième génération.

Chacun de ces deux nouveaux groupes pourrait, on le conçoit aisément, présenter les quatre cas (1. 2. 3. 4.) que nous a offerts le premier, et même les deux modifications *a*,*b* sous lesquelles nous avons vu que chacun de ces cas peut se manifester. En réalité, ils sont beaucoup moins complets et ne contiennent l'un et l'autre que la quatrième forme, et sous sa modification *a*, la plus simple de toutes, celle où la feuille ovulifère, réduite à sa partie ovulaire, ne consiste qu'en un ou deux ovules dressés, entièrement distincts de la bractée-mère, telle en un mot que nous la montrent les *Podocarpus*, les *Phyllocladus*, les *Pherosphæra* et certains *Dacrydium*. C'est ce que nous allons montrer.

Dans les *Cephalotaxus* (Pl. 16, fig. 87-88), le bourgeon femelle développe à l'aisselle de quelques-unes (trois, quatre ou cinq) des bractées qui en occupent la partie moyenne (1) un rameau de seconde génération, couvert de trois ou quatre paires de bractées décussées et, en général, toutes fertiles. Chacune de ces dernières entraîne, outre son faisceau propre, deux faisceaux supérieurs; ceux-ci se rapprochent en arrière, en tournant leurs trachées en dehors, c'est-à-dire vers la bractée-mère de second ordre, demeurent ainsi un peu de temps côte à côte dans le parenchyme cortical, puis s'isolent et pénètrent chacun directement dans un ovule dressé. Ces deux ovules représentent donc, à eux

(1) Ce bourgeon femelle termine le rameau feuillé de l'année précédente. Après la fécondation, pendant que les rameaux de seconde génération s'allongent à leur base et que les petits bourgeons ovulifères qui les terminent transforment un certain nombre de leurs ovules en graines, l'extrémité du bourgeon femelle se développe, produit de vraies feuilles et forme la pousse de l'année. Quant cette pousse est constituée, au mois de juin, par exemple, c'est à l'aisselle de ses bractées inférieures que sont rangés les pédicelles fructifères. Dans le *Cephalotaxus drupacea*, j'ai vu au mois de juin la plupart des branches de l'année porter ainsi chacune à sa base quatre ou cinq pédicelles fructifères; les branches stériles étaient relativement rares; presque tous les bourgeons de cette plante étaient donc à la fois floraux et foliaires. Si l'on considère, d'ailleurs, que l'axe du bourgeon femelle est en définitive destiné à former la branche, tandis que les bourgeons inférieurs de cette branche sont les vrais bourgeons femelles, on n'attachera pas à cette différence de génération signalée plus haut plus d'importance qu'elle n'en mérite réellement; ce n'est qu'une variation secondaire.

deux, l'écaille ovulifère des Pins tout entière, c'est-à-dire la première et unique feuille du rameau de troisième génération, munie d'un court pétiole et dont le limbe est réduit à ses deux lobes ovulaires. Rendons sessile la feuille ovulifère du Ginkgo, c'est-à-dire, faisons-la rentrer dans l'axe jusque vers le point d'insertion des deux ovules, ou encore supprimons dans la fleur des Thuya toute la partie du carpelle supérieure aux ovules, et qui ne se développe qu'après ceux-ci, ou encore imaginons que l'écaille séminifère des Pins ne s'allonge ni au-dessous ni au-dessus des deux ovules, et nous retrouverons, dans tous les cas, en nous élevant d'une génération, la fleur femelle des *Cephalotaxus*. Nous pouvons dire encore que sous ce rapport les *Cephalotaxus* sont des *Phyllocladus* biovulés et de seconde génération.

Les *Taxus* (fig. 89–97) se comportent, à quelques différences près, de la même manière. Une seule des bractées du bourgeon femelle y est fertile, et entraîne trois faisceaux ; cette bractée est d'ordinaire superposée à la feuille mère du bourgeon, et c'est la 11e de la spire 2/5 dont cette feuille est le point de départ. Elle est voisine du sommet, mais la spire 2/5 se continue au-dessus d'elle et l'axe se termine par quelques petites écailles stériles que le développement vertical du rameau de seconde génération rejette du côté postérieur ; ce sommet de l'axe est totalement arrêté dans son développement, il ne continue pas à végéter après la fécondation ainsi que cela a lieu dans les *Cephalotaxus*, et, comme nous le verrons bientôt, dans les *Torreya*.

Le rameau de seconde génération porte six bractées disposées en trois fausses paires décussées avec une divergence qui est alternativement 1/4 et 1/2, c'est-à-dire, comme il convient à une spire 2/5 commençante ; puis il se termine. La sixième écaille, située latéralement par rapport à la bractée-mère, est seule fertile. Après qu'elle a reçu son faisceau propre, deux faisceaux partent de l'axe et, se contournant sur eux-mêmes de manière à tourner leurs trachées en dehors, c'est-à-dire vers la bractée-mère de second ordre, ils pénètrent tout entiers dans un seul ovule dressé ; ils y forment une très-petite cupule vasculaire

sous le nucelle et des branches qui s'élèvent dans la membrane jusque vers le micropyle, ordinairement au nombre de deux, mais souvent aussi au nombre de trois et quelquefois même de quatre et de cinq. Cet ovule dressé, axillaire de la dernière bractée, paraît terminal du rameau de second degré par la même raison que celui-ci paraît continuer l'axe de première génération dont il est issu ; mais l'origine, l'orientation et la structure de son système vasculaire montrent qu'il représente ici, comme dans les *Podocarpus*, les *Phyllocladus*, les *Dacrydium*, la première feuille du bourgeon axillaire presque tout entière. On peut donc dire que sous ce rapport les *Taxus* sont des *Pherosphæra* ou des *Dacrydium* à la seconde génération (1).

Les deux genres *Cephalotaxus* et *Taxus* constituent à eux seuls le groupe des Conifères dont la fleur femelle est formée par la première et unique feuille du rameau de troisième génération. De leur côté les *Torreya* sont les seuls représentants du troisième groupe.

Les six premières (fig. 98-99) paires de bractées décussées du bourgeon femelle de ces plantes sont stériles ; les autres, et il y en a six paires environ, sont fertiles, puis l'axe se termine par quelques écailles stériles. Au-dessus de chaque bractée fertile, les deux faisceaux supérieurs qui émergent après le départ de son faisceau propre se disposent en cercle et forment un rameau de deuxième génération qui ne porte que deux écailles latérales avant de se terminer par un mamelon conique. Ces deux écailles sont fertiles ; elles reçoivent chacune trois faisceaux, et les deux supérieurs se disposent en cercle pour former le système vasculaire du rameau de troisième génération ; celui-ci porte quatre bractées avant de se terminer. La quatrième écaille seule, à peu près diamétralement opposée à la bractée-mère de second ordre, est fertile ; quand elle a reçu son faisceau propre, deux faisceaux quittent l'axe et, se contournant sur eux-mêmes de manière à diriger leurs trachées en arrière, c'est-à-dire vers la bractée-mère de

(1) On voit combien est inexacte l'opinion universellement admise et que personne paraît n'avoir contredite, suivant laquelle l'ovule des *Taxus* terminerait purement et simplement l'axe du bourgeon femelle, dont il serait le sommet organique transformé.

troisième ordre, pénètrent alors tout entiers dans un ovule dressé, où ils se divisent pour former la petite cupule qui entoure la base du nucelle et les branches qui, au nombre de deux ou de trois, rampent dans la membrane externe. Cet ovule dressé, qui paraît terminal du rameau de troisième ordre, représente donc à lui seul, comme dans les *Taxus*, la feuille ovulifère tout entière, laquelle est la première et unique bractée du rameau de quatrième génération. En mettant à part le nombre des fleurs de quatrième génération dont il se développe d'ordinaire vingt-quatre sur chaque bourgeon femelle, et dont une seule, le plus souvent, quelquefois deux ou trois, se transforme en graine, on peut donc dire que les *Torreya* sont des *Taxus* à la seconde génération ou des *Dacrydium* à la troisième (1).

L'explication des 92 figures qui accompagnent la partie de ce mémoire relative aux Conifères fournira tous les détails nécessaires à la démonstration des faits qui précèdent.

En résumé, nous voyons que la fleur femelle des Conifères est construite sur un seul et même type fondamental qui subit des modifications secondaires de plus d'une sorte.

(1) D'ordinaire, pendant qu'après la fécondation tous les rameaux de troisième génération et, par suite, tous les ovules, avortent à l'exception d'un seul (quelquefois de deux ou de trois), l'extrémité du bourgeon de première génération s'allonge et produit une pousse feuillée comme dans les *Cephalotaxus*. De sorte que c'est à l'aisselle d'une des bractées inférieures de cette branche que se trouve attaché l'unique bourgeon de troisième génération dont l'ovule se transforme en graine. Celui-ci porte quatre bractées et paraît se terminer par la grosse graine. Les auteurs des ouvrages descriptifs n'ont décrit la fleur femelle des *Torreya* que sous cette forme définitive si différente de ce qu'elle est à son épanouissement, et ils en ont conclu à une ressemblance entre les *Torreya* et les *Taxus*, beaucoup plus profonde que celle qui existe en réalité. Ainsi Endlicher s'exprime ainsi : « Flores pistilligeri solitares vel gemini ad basin » ramuli hornotini ex axillis perularum inferiorum » (*Gen. plant.*, supp. 2, p. 27, n° 1808), et tout récemment M. Parlatore décrit la fleur en ces termes : « Amenta » feminea, axillaria, solitaria, gemina vel terna (Endl.) bracteis imbricatis cincta, uniflora » (*Prod. syst. regn. veg. Coniferæ*, pars. XVI, 1868). Cependant M. Baillon a, dès l'année 1860, observé et décrit avec exactitude le développement des fleurs du *Torreya nucifera* (*Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. XIV, p. 190) ; nos recherches anatomiques, faites avant d'avoir eu connaissance de ce travail, viennent donc, sauf en ce qui concerne la manière dont l'auteur envisage l'ovule, confirmer ces observations; mais ce botaniste n'a pas montré comment de l'inflorescence complexe du bourgeon femelle ainsi constitué, on passe au fruit simple décrit par les auteurs.

Toujours les ovules sont nus et les plantes gymnospermes. Mais ce n'est jamais la bractée insérée sur l'axe du bourgeon femelle ou bractée de premier ordre qui porte les ovules, et cette circonstance établit une différence essentielle entre les Conifères et les Cycadées qui, elles aussi, sont gymnospermes, mais d'une tout autre manière. Les ovules des Conifères sont toujours portés sur la face dorsale (1) de la première et unique feuille d'un rameau axillaire qui s'éteint en la produisant ; cette feuille constitue un carpelle ouvert et forme à elle seule la fleur femelle tout entière ; elle est toujours inverse, c'est-à-dire diamétralement opposée à la feuille-mère sur le rameau, de sorte que la bractée-mère et la bractée ovulifère se regardent, et sont en contact par leurs faces de même nom. Voilà le type général.

Le rameau axillaire ainsi réduit à sa première feuille est le plus souvent de seconde, mais quelquefois aussi de troisième et même de quatrième génération.

La feuille carpellaire porte les ovules tantôt à sa base, tantôt en son milieu, tantôt vers son sommet, et les corps reproducteurs correspondent alors chacun à un lobe de la feuille. Ailleurs les ovules terminent la feuille, chaque moitié du limbe se transforme alors en un ovule, ou bien le limbe tout entier se métamorphose en un seul ovule ; quelquefois le pétiole est très-allongé, mais souvent il est fort court, et la feuille carpellaire se trouve alors transformée tout entière en deux ou en un seul ovule.

Ici la feuille carpellaire est entièrement distincte de la bractée-mère dans toute sa longueur ; là une gaîne de parenchyme réunit les systèmes vasculaires des deux appendices inverses, sur une distance plus ou moins grande, et ils ne sont libres que vers le sommet (2).

Enfin, le nombre des bractées fertiles de même génération

(1) Souvenons-nous que c'est aussi sur sa face dorsale que la bractée mâle des Conifères et des Cycadées, produit les loges pollinifères.

(2) Je ne saurais manquer de rappeler ici que c'est une différence du même ordre qui sépare, chez les Angiospermes, l'ovaire supère des Jacinthes, par exemple, de l'ovaire infère des *Alstrœmeria*, ou encore l'ovaire infère libre des Spiræacées de l'ovrire infère adhérent des Pomacées. (Voyez, *Recherches sur la structure du pistil*, *loc, cit.*, p. 186 et 193.)

varie et avec lui la forme de l'inflorescence et la nature du fruit, le plus souvent composé, qui en résulte.

Voilà les éléments variables qui caractérisent les genres.

De là quatre sources de modifications secondaires; en les combinant, non-seulement on fait dériver facilement d'un type unique toutes les formes existantes, mais on prévoit encore le développement possible d'autres formes qui ne paraissent pas représentées dans la nature actuelle.

Il en résulte que le groupe des Conifères ne saurait être partagé, comme plusieurs auteurs l'ont voulu, en plusieurs familles distinctes, mais qu'il forme une seule et même famille naturelle et indivisible.

Le tableau suivant résume, dans l'ordre où nous les avons exposées dans ce mémoire, les variations que subit le type général dans tous les genres connus de Conifères (1).

Si l'on veut saisir les affinités réelles des genres, telles qu'elles résultent de l'étude de la fleur femelle, il faut superposer horizontalement les trois cadres semblables A, B, C, de ce tableau, en les séparant par une certaine distance verticale. La quatrième tranche verticale du parallélipipède à trois étages ainsi constitué comprend toutes les Taxinées généralement admises, moins le Ginkgo qui doit cesser d'en faire partie. Mais cette tranche se subdivise en quatre groupes ; deux au premier plan A*a*4 et A*b*4 reliés par le genre *Dacrydium*, un au second étage B*a*4 et un au troisième C*a*4. Les trois autres tranches n'ont, dans la nature actuelle, de représentants que dans l'étage inférieur ; mais on distingue deux groupes dans chacune d'elles, excepté dans la seconde qui n'en possède qu'un seul ; de là cinq sections : 3*a*, dont le Ginkgo est le type unique ; 3*b*, comprend les Araucariées ; 2*b*, les Cupressinées ; 1*b*, les Sequoiées ; 1*a*, les Abiétinées. L'étude des variations secondaires que la fleur femelle subit en conservant partout la même organisation fondamentale, nous conduit donc à former dans la famille des Conifères neuf groupes qui se touchent et se relient l'un à l'autre par plusieurs cô-

(1) Le chiffre en regard du nom générique indique le nombre d'ovules que produit chaque fleur.

CONIFÈRES.

La fleur femelle est formée par une feuille carpellaire ouverte qui porte les ovules et qui est la première et unique feuille d'un rameau axillaire.

	A. CE RAMEAU EST DE SECONDE GÉNÉRATION. La feuille ovulifère est allongée :				B. CE RAMEAU EST DE TROISIÈME GÉNÉRATION. La feuille ovulifère est allongée :				C. CE RAMEAU EST DE QUATRIÈME GÉNÉRATION. La feuille ovulifère est allongée :			
	1. A la fois au-dessus et au-dessous des ovules.	2. Seulement au-dessus.	3. Seulement au-dessous.	4. Ni au-dessus, ni au-dessous.	1. A la fois au-dessus et au-dessous des ovules.	2. Seulement au-dessus.	3. Seulement au-dessous.	4. Ni au-dessus, ni au-dessous.	1. A la fois au-dessus et au-dessous des ovules.	2. Seulement au-dessus.	3. Seulement au-dessous.	4. Ni au-dessus, ni au-dessous.
La feuille ovulifère est libre de toute adhérence avec la bractée-mère. *a.*	Pinus. . . . . . 2 Abies. . . . . . 2 Picea . . . . . . 2 Larix . . . . . . 2 Pseudolarix. . . 2 Cedrus . . . . . 2 Tsuga. 2	*x* 0	Ginkgo. 2	Phyllocladus. . . 1 Podocarpus. . . 1 Pherosphæra . . 1 Dacrydii spec. . 1	0	0	0	Cephalotaxus. . 2 Taxus. 1	0	0	0	Torreya. . 1
La feuille ovulifère est réunie à la bractée-mère dans une plus ou moins grande partie de son étendue. *b.*	Sequoia. . . . 5-7 Arthrotaxis. . 3-5 Sciadopitys. . 6-9	Cryptomeria. . 4-5 Glyptostrobus. . 2 Taxodium. . . . 2 Widdringtonia 5-10 Actinostrobus. . 2 Frenela. . . . . n Callitris. . . . 1-2 Libocedrus . . . 2 Thuja . . . . . . 2 Thujopsis . . . . 5 Biota . . . . . . 2 Diselma. . . . 2-3 Fitz-Roya. . . . 3 Chamæcyparis. . 2 Cupressus. . 6-14 Juniperus. . . 1-3	Araucaria. . . . 1 Dammara. . . . . 1 Cunninghamia. . 3	Dacrydii spec. . 1 Microcachrys . . 1 Lepidothamnus. 1 Saxe-Gothæa. . 1 *y*	0	0	0	0	0	0	0	0

tés, comme l'indique le parallélipipède que nous venons de construire.

Si nous examinons maintenant l'inflorescence, nous remarquerons que le plan vertical dont la trace sur le plan inférieur est xy, laisse à gauche et en avant toutes les Conifères vraies, à droite et en arrière toutes les plantes dépourvues de cône, c'est-à-dire dont les ovules se transforment en graines au libre contact de l'air.

Si nous avons égard à la structure des étamines ou fleurs mâles, nous verrons que toutes les plantes comprises dans la bande *a* de l'étage inférieur A, en y joignant celles de la case A*b*4, si intimement liées avec A*a*4, ne possèdent jamais que deux loges sur la face dorsale de chaque bractée staminale ; tandis que toutes les autres, tant celles de la bande *b* du plan inférieur, que celles des deux autres étages, ont, à de fort rares exceptions près, plus de deux loges d'anthère.

Enfin si, avec M. Eichler, on considère la structure du pollen, on trouve que ces mêmes plantes à étamines multiloculaires ont toutes les grains de pollen unicellulaires, tandis que les genres à étamines biloculaires ont tous, à l'exception du *Ginkgo* et des *Phyllocladus* les grains de pollen tricellulaires.

Le groupement des genres que nous avons tiré de l'organisation de la fleur femelle se trouve ainsi confirmé par l'étude de l'inflorescence, de la fleur mâle et du pollen. Il exprime donc assez exactement l'ensemble des affinités naturelles. Mais peut-être serait-il préférable d'intervertir l'ordre des colonnes 1 et 2; on y touverait ce double avantage de diminuer la distance qui sépare les Abiétinées du Ginkgo et de rapprocher les Séquoiées des *Cunninghamia* tout en conservant le lien qui les unit aux Cupressinées. Nous avons dû, dans ce travail, disposer le tableau de manière à reproduire l'ordre que nous avions adopté dans le texte pour l'exposition des types.

Nous ne nous arrêterons pas maintenant à montrer, la chose étant trop claire, en quoi le résultat auquel vient de nous conduire l'application de notre méthode générale à la fleur femelle des Conifères, s'éloigne dans son ensemble et dans ses détails

des diverses théories qui ont cours dans la science sur ce sujet. Toutefois, le mémoire de M. Eichler (*Excursus morphologicus de formatione florum gymnospermarum, Ann. des sc. nat.* 4ᵉ sér., t. IX, p. 257, 1863), parce qu'il est le dernier travail d'ensemble publié sur cette question et parce que la théorie proposée par l'auteur a été inspirée par M. A. Braun, mérite une mention particulière.

M. Eichler, sans en donner toutefois de preuves plus décisives que celles qui ont jusqu'à présent été apportées en faveur de cette opinion, admet que les ovules des Conifères sont nus. La gymnospermie une fois posée en principe, l'auteur voit trois manières à priori d'expliquer la structure de la fleur, trois conjectures possibles : cet ovule nu est ou un lobe de feuille, ou une feuille entière, ou le sommet d'un axe. Il essaye tour à tour ces trois hypothèses, et non-seulement il donne la préférence à celle qui le conduit, pour tous les types, à l'explication qui lui paraît le plus conforme à la nature, mais il la regarde par cela seul comme étant l'expression de la vérité. On voit tout d'abord combien cette méthode d'investigation à priori est peu scientifique. Il ne s'agit pas, en effet, de deviner comment les choses seraient, dans telle ou telle hypothèse, mais de savoir comment elles sont en réalité. Aussi, ne faut-il pas s'étonner si cette marche conduit l'auteur à une opinion diamétralement opposée à celle que démontre l'observation anatomique.

M. Eichler essaye, en effet, la première hypothèse, mais sans réussir à expliquer par elle tous les types, parce qu'il commet deux erreurs principales : 1° en regardant comme simple les écailles du cône des Cupressinées et des Araucariées ; 2° en admettant avec tous les autres botanistes que l'ovule du Ginkgo, et celui des *Taxus* et des *Torreya*, est la terminaison du rameau. Il la rejette donc, et passant rapidement sur la seconde hypothèse, il soumet la troisième à la même série d'épreuves. Partant de ce principe que l'ovule des *Taxus, Torreya* et Ginkgo est le sommet même de l'axe, principe que nous avons reconnu inexact, M. Eichler cherche s'il n'en est pas ainsi dans tous les autres genres. La chose lui paraît évidente dans tous les genres

où les ovules sont axillaires d'une bractée simple, c'est-à-dire, suivant lui, chez les Cupressinées, *Cephalotaxus*, *Phyllocladus*, *Pherosphæra*, *Dacrydium*, *Podocarpus*, *Araucaria* et *Dammara;* dans toutes ces plantes l'ovule n'est autre chose que le rameau axillaire de la bractée de premier ordre. Dans tous les autres genres, où l'écaille du cône est double, l'auteur admet que l'organe interne est constitué par le rameau axillaire de la bractée, soudé avec autant de bractées fertiles issues de lui, qu'il y a d'ovules, et que chaque ovule est le sommet du rameau axillaire de chaque bractée fertile de second ordre. Dans tous ces cas, l'ovule est donc un rameau axillaire de seconde génération et l'écaille ovulifère est une inflorescence. Ainsi, par exemple, la partie interne de l'écaille double du cône des *Sciadopitys* qui porte neuf ovules est formée, suivant l'hypothèse de M. Eichler, d'un rameau portant neuf bractées ; à l'aisselle de chaque bractée naît un petit rameau dont l'extrémité se renfle et se transforme en ovule ; total dix-neuf organes soudés ensemble et avec la bractée-mère : neuf appendices, l'axe principal et les neuf rameaux axillaires dont l'extrémité ovulaire seule est libre. L'auteur convient, il est vrai, que ni l'observation directe, ni l'histoire du développement n'apportent d'argument en faveur de cette hypothèse, mais il déclare aussi qu'il ne connaît aucun fait qui s'y oppose (1). Il n'y en a aucun en effet, si ce n'est l'étude anatomique de l'écaille en question qui devrait y montrer, si elles y étaient, toutes les parties constitutives que l'auteur s'est plu à y supposer, et qui n'y montre rien qu'une simple feuille. Peu d'exemples montrent mieux la nécessité absolue de la méthode anatomique basée sur les principes que nous avons posés, pour vérifier si tel organe supposé complexe l'est en réalité, et pour mettre en évidence le nombre et la nature des parties dont il est constitué.

(1) Je cite le passage : « Cui probandæ sententiæ neque observatio directa neque » historia evolutionis succurrit; attamen, quantum ex aliorum observationibus novi et » ipse observavi, neque in statu explicato, neque in juvenili video quod sententiæ nostræ » obstaret (p. 275).... Ita assumi potest, bracteas in Pino 2, Sciadopityde 7-9, Cunninghamia 3, Cryptomeria 2-5, etc., squamæ interiori addictas ex axillis suis totidem » progignere ovula. » (P. 276.)

En définitive, M. Eichler admet donc que dans toute la famille des Conifères, l'ovule possède la même valeur, que partout il est un axe métamorphosé et qu'il constitue à lui seul la fleur tout entière (1).

Étant donné le même point de départ, c'est-à-dire l'existence des ovules nus, on voit qu'il est impossible d'émettre une explication morphologique de la fleur des Conifères plus contraire à celle que nous avons déduite des observations anatomiques que celle qui est professée par MM. Eichler et A. Braun, puisque nous avons essayé de démontrer, en dehors de toute hypothèse, que l'ovule est partout de nature appendiculaire, qu'il est partout une partie plus ou moins grande d'une feuille.

Gnétacées.

Étudions maintenant, pour la comparer à celle des Cycadées et des Conifères, la structure anatomique de la fleur femelle des *Ephedra* (fig. 100-106).

Les cinq paires de bractées décussées du rameau femelle de l'*Ephedra distachya* reçoivent, comme toutes les feuilles de la plante, deux faisceaux divergents, et sont, comme elles, dépourvues de nervure médiane (2); la dernière paire seule est fertile, et l'axe se termine au-dessus d'elle en partageant ses six

(1) « Per totum igitur Coniferarum ordinem ovulum eadem gaudet vi et dignitate ; » nempe pro axe per metamorphosin mutato itaque pro toto flore existimandum est. » (P. 277.)

(2) Le rameau, dans toute la partie moyenne de l'entre-nœud (fig. 100), possède huit faisceaux ; mais, sous l'insertion, les deux faisceaux qui entrent de chaque côté dans la feuille, avant d'émerger, émettent une branche qui en se réunissant avec sa congénère forme un faisceau intercalaire, de sorte que l'axe en possède alors dix (fig. 101) ; puis les deux faisceaux foliaires s'échappent, tandis que le faisceau médian reste dans l'axe qui, à ce niveau, contient six faisceaux ; mais bientôt, à la base de l'entre-nœud suivant, ce faisceau médian se dédouble, et le nombre huit est régénéré. M. Geyler ne parle pas de ce faisceau intercalaire formé par les deux faisceaux avant leur émergence ; suivant lui, ces deux faisceaux pénètrent au contraire tout entiers dans la feuille ; les figures 1 et 2 de la planche 9 de son mémoire doivent donc être modifiées dans ce sens, pour représenter l'état réel des choses, au moins en ce qui concerne *l'Ephedra distachya.*

faisceaux entre les deux rameaux axillaires. Des trois faisceaux qui quittent l'axe pour pénétrer dans chaque rameau, les deux postérieurs se rapprochent un peu en arrière, tournent leurs trachées en dehors, puis se trifurquent, et les branches médianes pénètrent en divergeant dans une bractée postérieure diamétralement opposée à la bractée-mère sur le rameau, et possédant, comme elle, deux faisceaux divergents sans nervure médiane. Les deux branches latérales de chaque faisceau restent en place, puis convergent vers les deux branches congénères, et se réunissent à elles pour former la cupule vasculaire de l'ovule. Quant au troisième faisceau, resté du côté de la bractée-mère, il s'amincit rapidement et ne paraît entrer ni dans le sac externe qui est dépourvu de faisceaux du côté de la bractée-mère, et qui est ainsi formé exclusivement par la bractée postérieure dont les bords sont soudés, ni dans la cupule vasculaire de l'ovule, mais il semble plutôt s'éteindre peu à peu. Il représente sans doute la bractée superposée à la bractée-mère qui avorte.

Quoi qu'il en soit, ici comme dans les Conifères, le rameau axillaire de seconde génération ne développe que sa première feuille avant de se terminer ; comme dans les Conifères, l'ovule est porté par cette feuille qui est diamétralement opposée à la bractée-mère. Mais l'ovule des Gnétacées est attaché sur la face ventrale et externe de la bractée séminifère, et, en outre, cette bractée se ferme en réunissant ses bords en avant, pour former un sac qui enveloppe l'ovule; voilà la différence.

L'organisation de la fleur femelle des Conifères se retrouve donc chez les Gnétacées dans son type général, mais elle y revêt une modification profonde et caractéristique, et les *Ephedra* possèdent en réalité un ovaire comme l'admettait M. Blume (1); mais c'est un ovaire béant, dépourvu de style et de stigmate.

(1) Blume (*Rumphia*, IV, 1, t. 176), tout en considérant à tort l'ovule comme la terminaison de l'axe, voyait un ovaire dans ce sac externe. M. Tulasne, au contraire (*Annales des sciences naturelles*, 4e série, t. XV, p. 110, 1863, et *Flora brasiliensis*, *Gnetaceæ*, fasc. XXXIV) et avec lui M. Eichler (*loc. cit.*, p. 265) y voient un périanthe, comme l'avait déjà admis R. Brown ; la raison qu'en donnent ces botanistes, c'est que la fleur mâle étant, elle aussi, entourée d'un sac qui est évidemment un périanthe, on ne peut assigner une nature morphologique différente à deux organes équivalents. Mais je

Encore gymnospermes quant à la fécondation, puisque le rapport de l'ovule et du pollen y est direct, mais déjà angiospermes quant à la formation de la graine, puisque l'ovule fécondé y subit ses transformations à l'intérieur d'une cavité close (1) propre à chaque fleur, et formée par le reploiement de la feuille sur laquelle il est inséré et dont il est une dépendance, les Gnétacées se sont arrêtées à mi-chemin dans la voie du perfectionnement organique; elles forment l'anneau qui réunit les Conifères, et par elles les Cycadées aux autres Phanérogames.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 13.

CYCADÉES.

Cycas circinalis.

Fig. 1. La section transversale de l'écaille femelle au point où elle s'insère sur l'axe, montre deux faisceaux rapprochés et en voie de bifurcation; ils proviennent d'un seul faisceau foliaire qui s'est dédoublé en traversant le parenchyme cortical; l'arc libérien inférieur est assez mince, le système ligneux supérieur est au contraire très-développé; il contient une masse de larges vaisseaux imparfaits disposés en séries rayonnantes, terminée par un groupe de trachées qui forme la pointe supérieure du faisceau.

ferai remarquer que ces deux organes sont loin de se correspondre, comme ce raisonnement le suppose. Dans la fleur mâle, en effet, les étamines sont entourées d'une paire de bractées connées dans leur partie inférieure, l'une superposée à la bractée mère, l'autre diamétralement opposée; c'est un périanthe. Dans la fleur femelle au contraire, la bractée postérieure seule se développe, l'antérieure avorte, et le sac est formé d'une seule feuille. L'argument nous paraît donc perdre toute sa valeur.

(1) Nous avons déjà dit que dans les Conifères dignes de ce nom, il est réalisé par voie indirecte, c'est-à-dire par la soudure des carpelles, soit entre eux d'une fleur à l'autre (Pins), soit latéralement entre eux, et au-dessus avec les bractées mères de feuilles supérieures (*Sequoia*), une cavité close à l'abri de laquelle les ovules provenant de cette fleur, accomplissent leur développement et qui s'ouvre plus tard de diverses manières pour laisser échapper les graines; ceci indique déjà un perfectionnement organique, par rapport à ces Conifères où les ovules mûrissent exposés directement aux influences extérieures: *Ginkgo*, *Taxus*, *Podocarpus*, etc. Il semble donc que les types les plus dégradés, ou si l'on veut, les plus simples de la famille des Conifères, comme aussi les plus rarement représentés dans la nature actuelle (10 genres comprenant 80 espèces), sont les *Torreya*, *Taxus*, *Podocarpus*, *Ginkgo*, etc., et que les types les plus perfectionnés, comme aussi les plus nombreux dans la nature actuelle (28 genres comprenant 215 espèces) sont les Abiétinées, Cupressinées, Sequoiées et Araucariées.

Fig. 2. Section à 12 centimètres de la précédente, à 1 centimètre au-dessous de l'ovule le plus bas ; les deux faisceaux se sont divisés pour donner un arc presque rectiligne, formé de quatre faisceaux du côté de l'ovule le plus bas (côté gauche) et de trois seulement de l'autre côté ; mais le marginal *b* commence à se dédoubler. Cette légère différence de phase entre les deux faisceaux marginaux tient à ce que dans chacune des deux paires d'ovules, il y en a un plus bas que l'autre.

Fig. 3. Sous l'ovule, l'arc a huit faisceaux, et le marginal gauche *a* s'en sépare en se divisant en trois pour pénétrer dans l'ovule.

Cycas revoluta.

Fig. 4. La section du pétiole ovulifère, à sa base, montre trois faisceaux rapprochés, un médian et deux latéraux ; ils proviennent d'un seul faisceau foliaire qui s'est divisé en traversant le parenchyme cortical.

Fig. 5. En s'avançant vers le premier ovule, on voit les marginaux se diviser, mais l'un d'eux *b* est toujours à cet égard en avance sur l'autre *c*, et de cette différence de phase résulte la disposition alterne des ovules qui dans le *Cycas circinalis* sont presque opposés en deux paires.

Fig. 6. Section sous le premier ovule ; le marginal *b'* y pénètre en se trifurquant.

Fig. 7. Section transversale de l'ovule à sa base ; les deux branches latérales de *b'*, situées dans le plan de l'arc vasculaire de la feuille, entrent dans la membrane ovulaire en se tournant les trachées l'une vers l'autre *n n*, tandis que la branche médiane *m*, à trachées supérieures, est destinée au nucelle dans la zone externe duquel elle se ramifie. Il en résulte que le système vasculaire total de l'ovule n'est symétrique que par rapport à un plan, et par suite que l'ovule est de nature appendiculaire. En outre, son plan de symétrie est ordonné par rapport au plan de symétrie du pétiole ovulifère comme le plan de symétrie d'une foliole de feuille composée pennée est ordonné par rapport au plan de symétrie du pétiole qui la porte ; d'où l'on voit que l'ovule n'est pas un appendice tout entier, mais seulement une fraction d'appendice ; par l'origine et par la symétrie de structure de son système vasculaire, il se montre identique avec une foliole de feuille composée ; en un mot, il correspond à un de ces segments pointus qui ornent toute la partie stérile de la feuille carpellaire, supérieure aux ovules.

Ceratozamia mexicana.

Quoique je n'aie pu étudier qu'un cône mâle de cette plante, il ne sera peut-être pas sans intérêt d'en dire ici quelques mots pour mieux établir la manière dont les faisceaux de l'écaille se détachent du système vasculaire de l'axe. Ce cône a 22 centimètres de hauteur ; la disposition des écailles pollinifères y varie avec la hauteur ; dans le tiers inférieur elles sont verticillées par 13, puis par 10, puis par 9, par 8, par 6, et enfin sous le sommet par 5. Le nombre des rangées verticales est donc réduit successivement de 26 à 10.

Fig. 8. Section de l'axe du cône aux deux tiers de la hauteur, dans la partie ou les bractées pollinifères sont verticillées par 6. Il y a douze faisceaux principaux *s* qui ne pénètrent pas directement dans les bractées et qui sont alternes avec les douze génératrices d'insertion de ces bractées, et douze faisceaux foliaires plus petits alternes destinés aux étamines et qui ne sont pas tous dans la même phase. Six

d'entre eux t' ont quitté le cercle vasculaire et, se bifurquant en traversant le parenchyme cortical, ils s'échappent dans le verticille sénaire par où passe la section ; les six autres t alternes avec les premiers, sont encore dans le cercle, mais vont le quitter pour se rendre, en se dédoublant, au verticille suivant, en même temps que les principaux s répareront les foliaires t' émergés ; de là la disposition des étamines en verticilles alternes.

Fig. 9. Section du pétiole de l'écaille pollinifère ; les deux faisceaux qui y pénètrent proviennent de la bifurcation d'un faisceau simple t ; r, canaux gommeux.

Fig. 10. Plus haut, ils forment entre eux d'abord une, puis trois petites branches.

Fig. 11. Plus haut encore, cinq petites branches entre les deux primitifs ; l'étamine possède alors un arc vasculaire dont les faisceaux marginaux sont beaucoup plus puissants que les autres.

Zamia indéterminé.

Le mode d'origine et la bifurcation précoce du faisceau appendiculaire étant bien établis, suivons maintenant la marche des faisceaux dans l'écaille femelle d'un *Zamia*.

Fig. 12. Section à la base du pétiole ; on y voit, comme figure 9, deux branches provenant de la bifurcation d'un faisceau simple ; chacune d'elles commence à se dédoubler à son tour. r, canaux gommeux.

Fig. 13. Plus haut, la séparation est complète et l'on a quatre faisceaux : deux internes a et deux marginaux b.

Fig. 14. Plus haut, les marginaux b se sont divisés en deux ; le nouveau marginal b' se rapproche du bord pour le longer jusqu'à ce qu'il pénètre dans l'ovule correspondant auquel il est destiné ; tandis que l'autre moitié b se divise de nouveau, mais dans le sens vertical, pour donner un faisceau supérieur b_1, à trachées tournées vers le bas.

Fig. 15. Section sous l'insertion des ovules ; les faisceaux a, b, b_1, se divisent chacun en trois branches et forment ainsi un système vasculaire sans faisceau médian, qui a la forme d'un arc à bords recourbés en dedans, et qui ne possède évidemment qu'un seul plan de symétrie ; les marginaux b', demeurés en dehors de ce système, vont se rendre chacun dans un ovule, en se trifurquant ; la branche médiane s'épanouit dans la zone externe du nucelle ; les deux latérales se trifurquent chacune et pénètrent en six branches, dans la membrane externe où elles s'élèvent en se bifurquant pour former douze branches qui convergent vers le micropyle ; le système vasculaire total de l'ovule n'a qu'un plan de symétrie lequel devient parallèle au plan de symétrie du carpelle.

Macrozamia.

Fig. 16. La section de l'écaille ovulifère de ce *Macrozamia* montre encore un système fibrovasculaire formé de la même manière que celui des *Zamia*, et qui malgré la présence de faisceaux supérieurs à trachées tournées vers le bas, n'a évidemment qu'un seul plan de symétrie. La partie inférieure de l'arc a sept faisceaux dont un médian a ; les marginaux b destinés aux ovules sont beaucoup plus puissants que les autres ; il y a quatre faisceaux supérieurs c.

Dioon edule.

Fig. 17. Section de l'écaille ovulifère. Les faisceaux, fort petits, sont disposés en arc rectiligne, en nombre impair, et sans faisceaux supérieurs ; les marginaux se rendent aux ovules, en se trifurquant ; mais chaque branche latérale se divisant d'abord en trois puis en six autres, il y a douze faisceaux grêles qui pénètrent dans la membrane et convergent vers le micropyle, tandis que la branche médiane s'épanouit dans la zone externe du nucelle.

CONIFÈRES.

Fig. 18. Section transversale passant par le milieu du bourgeon femelle du *Pinus brutio;* la disposition des bractées est 8/21. La section intéresse à des degrés inégaux les insertions de cinq bractées. Le faisceau foliaire *t* s'échappe le premier, puis les deux faisceaux voisins de droite et de gauche *s*, *s'* émettent chacune une branche *f*, *f'*; celles-ci s'incurvent en se tournant de manière à se présenter les trachées l'une à l'autre, traversent horizontalement le parenchyme cortical au-dessus du foliaire, et se relèvent dans la production axillaire en tournant leurs trachées en dehors, c'est-à-dire vers la bractée mère. Du côté antérieur, la coupe passe un peu au-dessus de l'insertion, et l'on voit bien que la bractée mère *b* reçoit le faisceau foliaire, tandis que la production axillaire reçoit les deux branches *f*, *f'* émises par les faisceaux voisins ; on voit encore que chacun des faisceaux supérieurs en même temps qu'il se relève, trachées en dehors, dans la production axillaire, émet sur son bord externe une branche *e*,*e'*, qui se rend à l'ovule correspondant *ov*, *ov'*. Sur le jeune bourgeon femelle, ces branches inférieures *e*, *e'* sont plus développées que la partie supérieure du système vasculaire, laquelle se développera puissamment plus tard en suivant l'accroissement basifuge de l'écaille axillaire.

Fig. 19. Section transversale vers la base d'une écaille séminifère du cône mûr du *Picea nigra*. *B*, bractée-mère avec son unique faisceau *b* et ses deux canaux résineux *r* ; *F*, écaille séminifère avec son arc fibro-vasculaire presque plan, formé de faisceaux divisés eux-mêmes par des rayons médullaires plus ou moins profonds ; ces faisceaux ont leurs cellules libériennes *l* en haut, c'est-à-dire du côté de l'axe, et leurs trachées *tr* en bas, c'est-à-dire du côté de la bractée-mère *B*; entre les deux se trouve une couche épaisse de fibres, divisée en compartiments par des rayons médullaires *m*, qui partent du bord convexe *l* pour s'enfoncer plus ou moins profondément vers le bord opposé ; *r*, *r*, canaux résineux.

Fig. 20. Section de la même écaille dans sa partie large et mince. *f*, *f'*, petits fascicules en voie de ramification, mais ayant tous leur liber en haut, leurs trachées en bas.

Fig. 21. Section transversale vers la base d'une écaille séminifère du cône mûr du *Larix europæa*. *B*, bractée-mère avec son unique faisceau. *F*, écaille séminifère avec son arc fibro-vasculaire puissant; le liber *l* en occupe le bord convexe supérieur, les trachées *tr* le bord concave inférieur, tourné vers la bractée *B* ; *m*, rayons médullaires de divers ordres ; *r*, canaux résineux.

Sequoia sempervirens.

Fig. 22. Écaille ovulifère du bourgeon femelle vue de profil ; elle est double, formée

de deux organes soudés dans leur partie inférieure, libres vers le sommet. *B* est la bractée mère ; *F*, la production axillaire qui porte vers le milieu de sa face dorsale cinq ovules horizontaux *ov*.

Fig. 23. Écaille fertile du cône mûr, vue par son sommet ; la moitié inférieure *B* qui se termine par la pointe aiguë est la bractée-mère, toute la partie renflée supérieure *F* est la production axillaire.

Fig. 24. Écaille stérile prise vers le sommet du cône mûr, vue par son sommet ; elle est simple, elle n'est constituée que par la bractée *B* ; l'organe axillaire manque.

Fig. 25. Fragment d'une section longitudinale du bourgeon femelle passant par l'insertion de deux bractées superposées. *B*, bractée-mère recevant son faisceau foliaire *t* ; *F*, production axillaire libre au sommet, mais réunie à *B* dans la majeure partie de son étendue ; *f*, faisceau supérieur, qui chemine parallèlement à *t*, pour se rendre dans *F*, mais qui ne contracte avec *t* aucune espèce de communication ; il part de *f*, une branche oblique *e*, qui se rend à l'ovule *ov*.

Fig. 26. Fragment d'une section transversale du bourgeon passant exactement par le niveau d'émergence d'un faisceau foliaire, au-dessous du point où se détachent les branches *f* des faisceaux voisins *s* ; on voit que le foliaire *t*, simple tant qu'il est dans le cercle vasculaire, se trifurque au moment où il émerge et que les branches latérales se divisent à leur tour, de sorte que, quand les faisceaux se relèvent dans la partie postérieure élargie de la bractère-mère, ils sont au nombre de sept environ.

Fig. 27. Section transversale faite un peu plus haut, exactement par le niveau d'émergence des faisceaux supérieurs *f*, *f'* ; on voit les sept branches *b*, *b'*, provenant de la division du foliaire, relevées dans la partie postérieure de l'écaille ; c'est le système vasculaire de la bractée-mère *B* ; *f*, *f'* s'incurvent horizontalement, se tournent les trachées l'un vers l'autre et se relèvent, en se divisant et en tournant leurs trachées en dehors, dans la partie interne de l'écaille ; c'est le système vasculaire de la production axillaire *F*. En se relevant, le faisceau émet une branche latérale *e* qui pénètre dans le dernier ovule de chaque côté *ov*.

Fig. 28. Section transversale vers la base de l'écaille ovulifère détachée du bourgeon, passant à peu près par le point d'attache de deux ovules. *t*, foliaire trifurqué de la bractée-mère *B* ; *f*, *f'*, faisceaux supérieurs à trachées tournées vers la bractée-mère et envoyant des branches aux ovules *ov*, *ov'*.

Fig. 29. Section transversale d'une écaille fertile du cône mûr (représentée fig. 23), faite dans la partie élargie, supérieure à l'insertion des graines. *b*, *b'*, *b''*, sont les faisceaux de la bractée-mère, ils forment un arc muni d'un faisceau médian à trachées tournées en haut et qui est le système vasculaire de cette bractée, provenant de la division d'un faisceau foliaire simple ; *f f* sont les faisceaux de l'organe axillaire, enveloppés dans la même gaîne de parenchyme que ceux de la bractée-mère et provenant de la division des deux branches *f*, *f'* primitives, ils ont tous leurs trachées en bas, et l'arc qu'ils forment et qui est le système vasculaire de la première et unique feuille du rameau axillaire de *B* ne paraît pas posséder de faisceau médian. *r*, canal résineux inférieur à la nervure médiane de *B*.

Fig. 30. Section transversale d'une écaille stérile du cône mûr (représentée fig. 24) ; il n'y a qu'un système vasculaire *b b'* et c'est celui de la bractée-mère, provenant du foliaire trifurqué ; les branches latérales sont elles-mêmes en voie de division.

PLANCHE 14.

Biota orientalis.

Fig. 31. Section transversale d'un cône encore fermé, passant au-dessous de deux écailles fertiles; *t*, faisceaux des deux bractées-mères, encore contenus dans le cercle vasculaire; *r*, canaux résineux.

Fig. 32. Un peu plus haut, le foliaire *t* s'écarte et en même temps le faisceau voisin de droite *s*, et celui de gauche *s'*, émettent chacun une branche qui se dirige en dehors.

Fig. 33. Un peu plus haut, le foliaire *t* émerge; les deux faisceaux *f*, *f'* émergent au-dessus de lui en tournant leurs trachées d'abord l'un vers l'autre, puis en dehors. en même temps qu'ils se relèvent dans l'écaille.

Fig. 34. Un peu plus haut; l'écaille double est presque entièrement séparée de la partie supérieure *A* de l'axe; *b*, est la nervure encore simple de la bractée mère; au-dessus de ce faisceau on voit six branches provenant des deux faisceaux *f*,*f'* qui se sont trifurqués en se relevant; ces six branches forment un arc à concavité inférieure, à trachées tournées vers la bractée-mère, et qui constitue le système fibro-vasculaire de la première feuille du bourgeon axillaire de *B*. C'est une branche latérale de chaque faisceau *f*, *f'* qui se rend de chaque côté à l'ovule correspondant *ov*.

Fig. 35. Section d'une écaille fertile du cône, détachée de l'axe, vers sa base étroite. *b*, faisceau de la bractée-mère; *f*,*f'*, système supérieur inverse de la feuille séminifère enveloppé dans le même parenchyme avec *b*; les deux faisceaux *f*, *f'* sont en voie de dédoublement.

Fig. 36. Un peu plus haut, *b* est encore simple; mais l'arc supérieur *f*, *f'* s'élargit en émettant sur les bords des fascicules divergents.

Fig. 37, 38. A mesure que l'on pénètre dans la partie élargie, on voit *b* se trifurquer d'abord, puis les branches latérales se diviser à leur tour; en sorte que le système de la bractée-mère prend aussi la forme d'un arc à trachées supérieures; de son côté, l'arc supérieur inverse se divise en fascicules qui s'isolent et se multiplient en divergeant *f f*, mais sans perdre leur orientation caractéristique et en restant très-près du bord supérieur de l'organe double.

Fig. 39. Enfin, le parenchyme s'étrangle entre les deux systèmes, et ils acquièrent chacun leur gaîne propre de parenchyme.

Fig. 40. Puis ils se séparent entièrement, et dès lors la bractée-mère *B* et la feuille axillaire *F* qui ont toujours été vasculairement distinctes, qui prennent chacune leur insertion indépendante sur l'axe, se trouvent entièrement dégagées de l'union de parenchyme qui les retenait. *B* se termine en pointe recourbée en dehors, tandis que *F* continue sa marche ascendante.

Fig. 41. Section transversale d'un jeune bourgeon femelle, beaucoup au-dessus de la paire d'écailles fertiles *A*, un peu au-dessus de la paire croisée *B*, qui n'est pas encore détachée entièrement du parenchyme cortical de l'axe. L'indépendance des deux systèmes de chaque écaille y est aussi évidente que dans les sections précédentes qui étaitent faites dans un cône presque mûr.

Cupressus funebris.

Fig. 42. Section transversale du bourgeon femelle, passant exactement par le point d'émergence des faisceaux de deux bractées-mères; on voit que le faisceau foliaire se divise en cinq branches en émergeant, au lieu de demeurer longtemps simple comme dans le *Biota*; en même temps chacun des faisceaux axiles voisins *s*, émet une branche *f* destinée à la production axillaire.

Fig. 43. Section faite au-dessus du point de départ du faisceau foliaire, mais passant exactement par celui des deux branches supérieures. Elle rencontre les faisceaux de la bractée-mère *b*, dans leur course ascendante dans la partie postérieure de l'écaille; et l'on voit les deux faisceaux *f*, *f'* se diriger, en se tournant les trachées l'un vers l'autre, jusque dans la zone interne de l'écaille double, puis s'y relever en se plaçant côte à côte et tournant leurs trachées en dehors, c'est-à-dire vers le système de la bractée-mère. *ov*, *ov'*, ovules inférieurs et latéraux.

Fig. 44. Section transversale de l'écaille double ovulifère. *b*, système vasculaire de la bractée-mère; *f f'*, système vasculaire supérieur à trachées tournées vers la bractée mère, et d'où se détachent les branches qui se rendent aux ovules, dont on voit en *ov* deux traces d'insertion.

Fig. 45. Écaille séminifère d'un cône, vue de profil; elle est double. *B*, est la bractée mère; *F*, est la feuille axillaire. Ces deux organes soudés ensemble dans la partie inférieure sont libres au sommet.

Fig. 45 *bis*. Section de cette écaille vers le milieu de sa hauteur. *b*, arc inférieur de la bractée mère; *ff'*, arc supérieur inverse de la feuille axillaire; il paraît, comme dans le *Biota*, dépourvu de faisceau médian.

Callitris quadrivalvis.

Fig. 46. Section transversale de l'écaille séminifère du cône mûr. *b*, faisceau simple de la bractée-mère; *f f'*, arc supérieur inverse formé de quatre faisceaux provenant de la bipartition des deux branches primitives émanées de l'axe; c'est de cet arc supérieur que se détachent les branches vasculaires qui se rendent aux ovules.

Fig. 47 et 48. Cette écaille double, vue de face et de profil. *B*, bractée-mère se terminant en pointe indépendante; *F*, feuille axillaire dépassant de tous côtés la bractée-mère, mais soudée avec elle dans la majeure partie de son étendue.

Cryptomeria japonica.

Fig. 49. Fragment d'une section longitudinale à travers un bourgeon femelle. *t*, faisceau destiné à la bractée-mère; *f f'*, branches émanées des faisceaux voisins, cheminant parallèlement au faisceau foliaire et au-dessus de lui et se tournant les trachées l'une vers l'autre, pour se relever, trachées en dehors, dans la zone intérieure de l'écaille double.

Fig. 50, 51, 52, 53. Écailles séminifères doubles détachées d'un cône mûr. *B*, bractée mère se terminant en pointe libre; *F*, feuille axillaire soudée avec la bractée-mère par sa face externe, et la dépassant pour se terminer en quatre ou six dents.

Fig. 54. Section transversale de la base d'une bractée détachée d'un cône mûr.

b, nervure de la bractée-mère; *f f'*, les deux faisceaux supérieurs et inverses destinés à la feuille axillaire.

Fig. 55. Un peu plus haut. *b*, faisceau de la bractée-mère toujours simple; les faisceaux *f f'* se sont trifurqués chacun, de sorte que l'arc inverse supérieur a six faisceaux.

Fig. 56. Vers la moitié de la longueur.

Fig. 57. Plus haut, le faisceau *b* a émis des fascicules latéraux, de sorte que la bractée-mère possède aussi un arc vasculaire à trachées supérieures; le système supérieur inverse conserve son même aspect, et c'est à chacune des six nervures que correspond une des six dents par laquelle son limbe se termine.

PLANCHE 15.

Ginkgo biloba.

Fig. 58. Section de la feuille-mère *B* et du pétiole ovulifère *F*, en un point voisin de leur insertion sur l'axe, où ils adhèrent encore ensemble; *b b*, faisceaux à trachées supérieures; c'est la nervure, bifurquée avant l'émergence, de la feuille-mère *B*; *f f'*, sont les deux faisceaux supérieurs, rapprochés en arc à concavité inférieure, tournant leurs trachées en bas, c'est-à-dire vers la feuille-mère. Chacun de ces faisceaux se subdivise en deux, un petit, supérieur, un plus gros, sur le bord de l'arc.

Fig. 59. Section du pétiole ovulifère vers son milieu.

Fig. 60. Section du même, sous les deux ovules; les deux moitiés de l'arc s'étalent.

Fig. 61. Plus haut, après la séparation des deux ovules; chacun d'eux entraîne la moitié de l'arc.

Fig. 62. Section du pétiole de la feuille-mère à mi-longueur; on voit que la subdivision de chaque moitié de la nervure en deux branches de grosseur inégale, s'y produit comme dans le pétiole ovulifère quoique un peu plus tard. La figure 59 n'est, en effet, autre chose que la figure 62 tournée de 180 degrés.

Araucaria brasiliana.

Fig. 63. Écaille stérile vue de côté.

Fig. 64. Section de cette écaille; elle ne possède qu'un seul système vasculaire, consistant en un arc formé de cinq faisceaux à trachées supérieures, elle est donc formée purement et simplement par la bractée du premier ordre.

Fig. 65. Écaille fertile, vue de côté. *m*, micropyle; *ch*, chalaze, base de l'ovule.

Fig. 66. Section de cette écaille, à sa base. *b b'*, trois faisceaux, à trachées supérieures, c'est la nervure trifurquée de la bractée-mère; *f f'* faisceaux supérieurs fort écartés à trachées latérales et en regard; c'est le système vasculaire de la feuille axillaire. *m*, canal micropylaire; dans cette partie inférieure l'ovule est libre d'adhérence avec l'écaille double.

Fig. 67. Section un peu plus haut. *l*, ligne de soudure du parenchyme de la membrane ovulaire avec celui de l'écaille; un peu plus haut, figure 68.

Fig. 69. Vers la moitié de la longueur de l'ovule. *p*, le parenchyme de l'écaille recouvre entièrement l'ovule d'un repli ; *l*, ligne de séparation entre ce parenchyme et la membrane *m* ; *n*, nucelle isolé de la membrane par l'espace vide *e* ; *a*, albumen ; *ff'*, les faisceaux supérieurs tournent leurs trachées de plus en plus vers le bas, en se rapprochant de plus en plus de la ligne de séparation *l*.

Fig. 70. Plus haut, le nucelle n'est plus distinct de la membrane. *a*, albumen ; *l*, limite de l'ovule et de l'écaille. Les faisceaux *b* de la bractée-mère se sont divisés, il y en a maintenant onze ; les deux faisceaux *ff'* tournent leurs trachées en dehors ; ils paraissent souvent formés d'un anneau plus ou moins complet de trachées autour d'un centre libérien.

Fig. 71. Un peu au-dessous de la base de l'ovule. *n*, base du nucelle ; *l*, limite de l'ovule. Les faisceaux *ff'*, convergent l'un vers l'autre, pénètrent dans le tissu de l'ovule et se divisent en se réunissant, de manière à présenter les trachées en dehors ; en même temps les branches descendent quelque peu, et la coupe rencontre à la fois les faisceaux ascendants *f*, et les branches descendantes φ. On voit que c'est par le côté supérieur de l'ovule que les faisceaux y pénètrent ; il semble, par conséquent, que la feuille pour former l'ovule se réfléchisse sur sa face ventrale, et non sur sa face dorsale ; ce qui explique en même temps comment l'ovule, enfermé entre le parenchyme de l'écaille supérieure et celui de l'écaille inférieure, parenchymes qui sont réunis et confondus de chaque côté, se trouve enveloppé d'un manteau jusque vers sa pointe inférieure.

Fig. 72. Section passant au-dessus de l'inflexion en arc des faisceaux *f*, mais intéressant encore l'extrême base de l'ovule *n*, autour duquel la limite *l* se resserre de plus en plus pour se réduire à un point. Cette section ne contient déjà plus que les faisceaux de la bractée-mère.

Fig. 73. Au-dessus de l'ovule ; l'écaille est tout à fait simple dans le reste de son étendue, et son système vasculaire forme un arc dont les faisceaux envoient quelques branches dans le talon renflé de l'écaille.

Dammara australis.

Fig. 74. Écaille d'un cône sec, portant sa graine ailée *gr* attachée en un point *i*, vers le milieu de la ligne médiane.

Fig. 75. Section de cette écaille dans sa partie inférieure. *bb'*, faisceaux à trachées supérieures formant le système vasculaire de la bractée mère et provenant de la division d'une nervure simple ; *ff'*, faisceaux supérieurs à trachées inférieures, formant le système de la feuille inverse supérieure ; ils rampent de chaque côté du sillon *s*, qui contient la graine.

Fig. 76. Si l'on arrache l'épiderme supérieur de l'écaille, on suit facilement les faisceaux *ff'*, on les voit converger vers le point d'insertion *i* de la graine, s'y réunir en un seul qui s'incurve en bas et pénètre dans la graine qui se réfléchit sur la face dorsale de la feuille supérieure, tandis que celle des *Araucaria* se réfléchit sur la face ventrale de la même feuille.

Cunninghamia sinensis.

Fig. 77. Écaille d'un cône sec, dont on a enlevé l'épiderme supérieur. *g*, trace

d'insertion des trois graines pendantes; $ff'f''$, trois faisceaux formant le système vasculaire de la feuille supérieure ; ils se rendent chacun dans une graine, en se divisant d'abord en deux branches.

Fig. 78. Section transversale de cette même écaille dans sa partie inférieure. b, faisceau unique de la bractée-mère à trachées supérieures; r, ses canaux résineux; $ff'f''$, les trois faisceaux du système supérieur, formant un arc à trachées inférieures, le médian f'' provient de deux branches émises par les deux faisceaux primitifs ordinaires, qui se sont rapprochées et réunies en un faisceau médian.

Podocarpus sinensis.

Fig. 79. Fruit biséminé conservé dans l'alcool. bb, paires de bractées basilaires antéro-postérieures; $b'b'$, paire de bractées fertiles, en croix avec les premières; $b''b''$, paire de bractées stériles superposées à bb; *ov*, ovules anatropes axillaires de $b'b'$.

Fig. 80. Même fruit, vu d'en haut après qu'on a enlevé les deux ovules; ii', trace d'insertion des ovules.

Fig. 81. Section du pédoncule au-dessous des bractées basilaires bb, huit faisceaux; les deux latéraux vont se rendre dans bb.

Fig. 82. Partie centrale de la section transversale faite vers le milieu de l'entre-nœud charnu qui sépare bb de $b'b'$. Trois faisceaux se dirigent obliquement vers chaque bractée fertile b'; le faisceau externe b' est la nervure de cette bractée, les deux latéraux ff', qui se présentent les trachées l'un à l'autre, sont les branches supérieures ordinaires. Le système ternaire de la bractée postérieure est un peu plus écarté du centre que celui de la bractée antérieure. Les faisceaux qui restent au centre, après le départ des deux systèmes de $b'b'$, se disposent aussi en deux systèmes ternaires, en croix avec les deux précédents. b'', est la nervure de la bractée stérile, les deux faisceaux latéraux $\varphi\varphi'$ sont les faisceaux destinés à former l'ovule axillaire de cette bractée. Si cet ovule a avorté, c'est donc par insuffisance de ces faisceaux qui sont, en effet, surtout ceux de gauche, plus faibles que ff'; mais enfin ces ovules sont représentés par leur système vasculaire, et l'on comprend que dans des circonstances plus favorables ils pourraient se développer comme les autres ; on comprend aussi que dans des circonstances moins favorables, un des deux systèmes ff' peut être amoindri comme ceux-là, et l'ovule correspondant avorter; c'est ce qui arrive en effet, car on trouve des fruits qui n'ont d'ovule qu'à l'aisselle d'une des bractées bb.

Fig. 83. Section complète sous l'insertion même des bractées fertiles; les nervures $b'b'$ émergent horizontalement ; les deux faisceaux ff' se rapprochent et tournent leurs trachées en dehors.

Fig. 84. Fragment d'une section transversale supérieure à la précédente; b', nervure de la bractée relevée après sa sortie de l'axe ; ff', arc à trachées externes formé par le rapprochement et la bipartition des deux faisceaux ff'; c'est le pétiole de la feuille supérieure, encore adhérent par son parenchyme à la bractée-mère; r, canaux résineux situés, comme dans le pédoncule (fig. 81, 82), sur la face libérienne de l'arc.

Fig. 85. Un peu au-dessus ; la bractée-mère *B* avec sa nervure unique, et le pétiole de la feuille inverse supérieure *F*, avec son arc à trachées externes et inférieures, sont entièrement distincts entre eux et de l'axe.

Fig. 86. Section un peu plus haut, traversant l'ovule vers sa pointe inférieure. *B*, bractée-mère ; *F*, feuille supérieure ; l'arc *ff'* forme le raphé de l'ovule anatrope, et comme ce raphé est contigu à la bractée-mère, la feuille supérieure transformée en ovule est reployée sur sa face dorsale ; *m*, micropyle bordé de sa double membrane.

Observation. — M. E. Favre a conclu avec raison de l'examen des diverses parties constituantes du corps reproducteur du *Podocarpus sinensis*, que ce corps n'est autre chose qu'un ovule anatrope muni de deux téguments (*Annales des sciences naturelles*, 5e série, t. III. p. 379-382, 1865). Mais ce botaniste a commis une erreur quand il a dit : « Le nucelle est donc protégé par une double enveloppe dont la plus externe *fixe à l'écaille* l'ensemble de la fleur..... Un faisceau trachéen *partant de cette écaille* s'élève dans l'épaisseur du tégument externe pour s'épanouir un peu au-dessous du sommet de l'organe. » On voit, par ce qui précède, que le système vasculaire de l'ovule est, au contraire, comme cela a lieu dans toutes les Conifères, entièrement indépendant de celui de l'écaille dont la graine occupe l'aisselle, et qu'il s'insère directement sur l'axe au-dessus du point d'émergence du faisceau de cette bractée-mère.

PLANCHE 16.

Cephalotaxus Fortunei.

Fig. 87. Section du jeune bourgeon femelle, passant sous l'insertion des deux bractées fertiles. *bb*, faisceaux qui émergent dans ces bractées ; *ff'*, faisceaux supérieurs ordinaires, qui se relèvent, trachées en dehors, et pénètrent chacun dans un ovule.

Fig. 88. Section au-dessus de l'insertion des deux bractées *bb*, et passant en même temps par le point d'émergence des faisceaux *ff'* de la paire de bractées suivantes *b' b'*.

Taxus baccata.

Fig. 89. Section transversale dans la partie inférieure du bourgeon femelle. La bractée 1 est séparée ; 2 et 3 ont déjà reçu leur nervure simple, mais adhèrent encore par le parenchyme ; 4 et 5 reçoivent actuellement leurs faisceaux ; la disposition est 2/5.

Fig. 90. Section un peu plus haut ; les sept premières bractées ne reçoivent qu'un faisceau ; la huitième, beaucoup plus grosse, en reçoit trois : le postérieur *b* entre dans la bractée, les deux autres latéraux *ff'* qui se présentent les trachées l'un à l'autre, pénètrent dans le rameau axillaire de cette bractée. 9, 10, 11, sont les bractées supérieures à la fertile qui sont coupées obliquement, elles revêtent la terminaison de l'axe ; les chiffres n'indiquent pas le nombre réel des bractées stériles qui précèdent *b*.

Fig. 91. Section pratiquée dans la même région, sur un autre bourgeon. Les dix premières bractées, disposées en 2/5, sont stériles ; la onzième, superposée à 6,

reçoit trois faisceaux, elle est fertile; 12, 13, 14, sont des bractées plus petites, supérieures à *b*, qui continuent la spirale 2/5; *a*, est le mamelon terminal de l'axe principal.

Fig. 92. Section de la même région sur une autre bourgeon, mais contenant toutes les bractées inférieures du bourgeon. *B*, feuille mère du bourgeon. Les neuf premières bractées du rameau sont stériles et ne reçoivent qu'un faisceau; la dixième, superposée à *B*, reçoit trois faisceaux, *b*, *f f'*, et est fertile; 11, 12, 13, sont les bractées plus petites qui continuent la spire au-dessus de 10. *a*, est le melon terminal de l'axe.

Fig. 93. Section au-dessus des trois précédentes; 1, 2, 3, sont les dernières bractées stériles; 4 est la bractée fertile, séparée de son rameau axillaire, et ayant sa nervure *b*; chacun des deux faisceaux *f f'* du rameau axillaire s'est dédoublé, et il possède un cercle formé de quatre faisceaux; il en part d'abord deux faisceaux latéraux *m m*.

Fig. 94. Section au-dessus de la précédente. *b*, bractée-mère du rameau de second ordre; les deux bractées latérales *m m* commencent à se détacher.

Fig. 95. Au-dessus de la précédente, les deux bractées latérales sont libres; celle de droite recouvre par son bord postérieur celle de ganche; elles sont plus rapprochées en arrière qu'en avant; elles ne sont pas réellement opposées; les deux bractées suivantes vont se séparer, *n n*.

Fig. 96. Plus haut, les quatre premières bractées du rameau axillaire de *b* sont séparées des deux suivantes *p p'*; celle de gauche *p* a déjà reçu sa nervure et s'est séparée, tandis que celle de droite *p'* la reçoit actuellement, et cette nervure est accompagnée de deux faisceaux φ φ' qui se tournent d'abord les trachées l'un vers l'autre, et qui en se contournant ensuite sur eux-mêmes, de manière à rendre leurs trachées périphériques, pénètrent dans l'ovule; *a*, place du mamelon terminal de l'axe de seconde génération.

Fig. 97. Section passant au-dessus de la base de l'ovule. *b*, bractée-mère du rameau de seconde génération; *m m' n n' p p'*, les six bractées successives, dans l'ordre où elles se suivent et se recouvrent; de *b* à *m* on a 1/4; de *m* à *m'*, 1/2; de *m'* à *n*, 1/4, et ainsi de suite; c'est une spire 2/5 commençante. *ov*, l'ovule axillaire de *p'*. Les deux faisceaux qui sont entrés dans la paroi ont leurs trachées disposées en anneau plus ou moins complet autour d'un centre libérien.

Observation. — L'ovule de l'If reçoit assez souvent trois, quelquefois quatre et même cinq faisceaux dans sa membrane; la graine possède alors trois, quatre ou cinq côtes saillantes. Ainsi, par exemple, sur 214 graines recueillies sur le même pied d'If, j'en ai trouvé : 127 à deux faisceaux et à base elliptique, 72 à trois faisceaux et à base triangulaire, 13 à quatre faisceaux et à base carrée, 2 à cinq faisceaux et à base pentagonale.

Torreya nucifera.

Fig. 98. Production axillaire, telle qu'elle se présente lorsqu'on a enlevé la bractée *b* du bourgeon femelle. *m m'*, paire de bractées du rameau axillaire, qui se termine au-dessus d'elles par le mamelon *a*; *n*, quatre bractées du rameau axillaire de *m*; *ov*, ovule paraissant terminer ce rameau, mais en réalité axillaire de la bractée située en face de *m*.

Fig. 99. Section transversale de cette production.

Ephedra distachya.

Fig. 100. Section du rameau femelle au milieu du long entre-nœud qui sépare la première paire de bractées de la seconde. Huit faisceaux; les feuilles correspondent aux côtés du carré; les faisceaux sont donc par paires alternes avec les quatre rangées de feuilles.

Fig. 101. Section sous la dernière paire de bractées; dix faisceaux, parce que les deux faisceaux *b b*, avant de pénétrer dans la bractée, ont formé entre eux un faisceau *c*.

Fig. 102. Section passant par l'insertion des deux bractées fertiles; deux faisceaux *b b*, *b' b'*, émergent dans chaque bractée.

Fig. 103. Au-dessus de l'insertion. *B B'*, bractées fertiles avec leurs deux nervures; *R R'*, rameaux axillaires entraînant chacun trois faisceaux.

Fig. 104. Section du rameau *R*, un peu plus haut. Les deux faisceaux latéraux se trifurquent; les branches médianes *f f'* émergent en même temps, en se rapprochant en arrière, et pénètrent dans une bractée postérieure; les branches 2φ, $2\varphi'$ restent en place.

Fig. 105. Section suivante; les branches 2φ, $2\varphi'$ se dirigent l'une vers l'autre, et se réunissent pour former la cupule vasculaire de la base du nucelle, en même temps que la bractée externe se sépare de la partie interne. Le faisceau *c* est extrêmement réduit; il se perd sans pénétrer dans le sac externe, ni concourir à former la cupule vasculaire de l'ovule.

Fig. 106. Section au-dessus de la séparation complète de l'ovule et de la bractée sur la base de laquelle il est inséré. *b*, bractée postérieure binerviée, close; *ov*, base de l'ovule avec sa cupule vasculaire.

DE L'INFLUENCE

QU'EXERCE L'INTENSITÉ DE LA LUMIÈRE COLORÉE

SUR LA QUANTITÉ DE GAZ

QUE DÉGAGENT LES PLANTES SUBMERGÉES,

Par M. Ed. PRILLIEUX.

(Présenté à l'Académie des sciences dans la séance du 2 août 1869.)

On sait que c'est sous l'action de la lumière que les parties vertes des plantes jouissent de la propriété de décomposer l'acide carbonique et de produire de l'oxygène, propriété dont elles sont privées dans l'obscurité.

Ce fait établi, d'une façon incontestable, par les travaux de Priestley, d'Ingenhousz, de Senebier et de Th. de Saussure, on a dû chercher à pénétrer plus avant dans l'étude d'un phénomène qui est l'un des plus importants de la physiologie végétale. Ce n'était pas assez de saisir en gros quel rôle joue la lumière en général dans la vie de la plante; il était certainement d'un grand intérêt de rechercher la part spéciale qu'il convient d'attriber aux divers rayons lumineux; aussi a-t-on fait dans cette voie d'assez nombreux travaux qui ont mis déjà en relief plusieurs points importants.

Pour obtenir isolément les divers rayons lumineux et les faire agir à part sur les plantes, les expérimentateurs ont employé deux méthodes différentes; les uns ont décomposé la lumière du soleil à l'aide d'un prisme et n'ont laissé tomber sur chaque plante qu'une portion déterminée du spectre solaire; c'est ce qu'ont fait Gardner, Draper et M. Guillemin; les autres ont fait passer la lumière à travers des écrans colorés qui ne laissaient

passer que certains rayons; tels sont Daubeny, Hunt, MM. Cloëz et Gratiolet, Sachs, etc.

Daubeny (1) mettait des feuilles vertes, de plantes terrestres surtout, dans des vases de terre remplis d'eau chargée d'acide carbonique et faisait passer la lumière à travers des verres colorés ou des bouteilles plates remplies de liquides colorés, dont il éprouvait préalablement l'action sur les rayons calorifiques et chimiques. Il faisait avec le phosphore l'analyse eudiométrique des gaz dégagés. Ses tableaux montrent que le volume du gaz dégagé est toujours moindre dans la lumière colorée que dans la lumière blanche. La lumière orangée fut celle qui donna le plus grand dégagement de gaz; la lumière bleue passant à travers une solution ammoniacale d'oxyde de cuivre en donnait moins que la lumière orangée; la lumière rouge-foncé passant à travers du vin de Porto n'en donnait pas du tout. Le gaz produit dans la lumière colorée contenait toujours moins d'oxygène que la lumière blanche.

Le travail de Hunt (2) donne d'intéressants résultats sur la proportion relative d'eau et de fibres ligneuses produites par les plantes soumises à l'influence de la lumière, c'est-à-dire, en d'autres termes, le degré d'étiolement des plantes qui se développent au milieu de lumières diversement colorées : il observa que les plantes soumises à la lumière rouge et à la lumière bleue contenaient plus d'eau que celles qui s'étaient développées sous la lumière verte et jaune; que la plus grande production de matière ligneuse était manifestée sous l'influence des rayons jaunes, puis venaient le vert, le rouge et enfin le bleu. Il constata aussi l'influence des rayons de couleur différente sur la réduction de l'acide carbonique et montra qu'elle est de même plus grande sous la lumière jaune comme le montrent les chiffres suivants, indiquant la quantité de gaz dégagé :

(1) *On the action of Light* (*Philosoph. Transact.*, 1836, I, p. 149 et suivantes, et *Bibl. univ. de Genève*, nouvelle série, I, p. 388).

(2) *Report of the* 17th *Meeting of the British association for the advancement of Science, held at Oxford*, June 1847. Lond., 1848, traduit dans le *Bot. Zeitg*, 1851, nos 15 et suiv. Résumé dans : *Biblioth. univ. de Genève*, 2e série, t. LIII, p. 374.

A la lumière directe du soleil	100
A la lumière jaune	79
A la lumière rouge	66
A la lumière bleue	37

Hunt, en variant l'expérience et en cherchant à étudier l'action directe des rayons lumineux du prisme, a bien obtenu un résultat qui paraît en contradiction avec les précédents; les plantes qu'il exposa à la lumière jaune périrent rapidement et lentement à la lumière verte, elles ne prospérèrent qu'à la lumière rouge et à la lumière bleue. Il est probable que des conditions inégalement défavorables de végétation auxquelles la couleur de la lumière n'avait point de part, ont produit ce résultat inattendu et qui n'est pas seulement en opposition avec ceux qu'a obtenus Hunt à l'aide d'écrans colorés, mais encore avec les observations faites par Gardner à la lumière directe du prisme. Les expériences dues à ce dernier observateur paraissent mériter toute confiance, elles furent faites en Virginie dans des conditions particulièrement favorables durant une saison remarquablement belle, du 6 juillet au 1er octobre 1843 (1). Il exposa aux rayons, différemment réfractés, du prisme de jeunes plantes étiolées (surtout des navets), longues de 5 à 7 centimètres, et il reconnut que c'est sous l'action des rayons jaunes et des rayons voisins que le verdissement est le plus rapide et le plus intense. Ainsi dans une de ses expériences, le verdissement a été produit par les rayons jaunes en trois heures et demie, par les rayons orangés en quatre heures et demie, par les rayons verts en six heures. Au bout de dix-sept heures et demie, les rayons bleus n'avaient produit encore qu'une couleur verte d'une nuance beaucoup plus faible.

Cette expérience est d'une importance capitale, elle montre que l'action maximum des rayons solaires sur le verdissement de la chlorophylle ne correspond ni au maximum de chaleur qui est placé à l'extrémité du rouge, ni au maximum d'action chimique qui est à l'autre extrémité du spectre; ce qui permit à

(1) Gardner, *Philosoph. Magaz.*, janv. 1844, et *Bibl. univ. de Genève*, t. XLIX, p. 376.

Gardner d'émettre cette opinion que les effets de la lumière sur la production de la chlorophylle ne sont dus ni aux rayons calorifiques ni aux rayons chimiques. Il en fournit, du reste, une preuve directe en disposant sur le trajet de la lumière des solutions de bichromate de potasse et de persulfocyanure de fer qui arrêtèrent toute action sur le papier photographique et produisirent, néanmoins, le verdissement des plantes étiolées.

Ces importantes observations de Gardner ont été confirmées et étendues par celles de Draper, de M. Guillemin et de M. Sachs.

Draper (1) étudia non plus le développement de la couleur verte sur les plantes étiolées, mais la quantité de gaz dégagée par les plantes vertes quand on les expose aux divers rayons du prisme, et il obtint des résultats tout à fait analogues à ceux de Gardner. Il mettait des brins d'herbe, aussi semblables que possible, dans des tubes remplis d'eau chargée d'acide carbonique, qu'il exposait les uns près des autres aux divers rayons du spectre lumineux, de façon que chacun d'eux occupât une étendue du spectre présentant un coloration bien déterminée, et il mesurait la quantité de gaz dégagée dans chacun des tubes. Il constata que la plus grande production de gaz avait lieu dans le tube exposé à la lumière jaune et verte, puis dans celui qui recevait les rayons orangés et rouges, ainsi qu'on peut le voir sur le tableau suivant :

		Quantités des gaz dégagés dans la	
		1re expérience.	2e expérience.
A la lumière	rouge foncée......	0,33	»
—	rouge et orangée...	20,00	24,75
—	jaune et verte.....	36,00	43,75
—	verte et bleue.....	0,10	4,10
—	indigo...........	»	1,00
—	violette..........	»	»

Il obtint un résultat analogue, en employant des écrans colorés de bichromate de potasse et de sulfate de cuivre ammoniacal; il observa, sous l'influence de la lumière jaune, un dégagement de gaz bien plus grand que dans la lumière bleue et

(1) Draper, *Philos. Mag.*, sept. 1844, et *Annales de chimie et de physique*, 3e sér., t. II, p. 214 et suiv.

presque égal à celui que produit la lumière blanche, comme on peut le voir par les chiffres suivants :

Lumière blanche	4,75
Lumière jaune (bichromate de potasse	4,55
Lumière bleue (sulfate de cuivre ammoniacal)	0,75

MM. Cloëz et Gratiolet (1) employèrent les premiers pour leurs expériences des plantes aquatiques qui pouvaient rester durant un temps assez long soumises à l'observation sans être notablement éloignées des conditions ordinaires de leur végétation. Ils mettaient des tiges de *Potamogeton perfoliatus* dans des bocaux remplis d'eau chargée d'acide carbonique et les exposaient au soleil dans des cages de verre blanc, jaune, vert, rouge et bleu. La quantité de gaz recueilli variait selon les couleurs. MM. Cloëz et Gratiolet ont découvert ce fait très-curieux que l'action de la lumière est plus grande quand elle a passé à travers un verre dépoli que quand elle a traversé un verre transparent ; du reste, les écrans colorés ont montré la même action relative que dans es expériences antérieures. Le dégagement de gaz a été plus grand sous le verre jaune que sous les verres rouge et vert, et surtout que sous le verre bleu. On en jugera, du reste, par les chiffres suivants :

	cc.
Sous un verre incolore dépoli, le dégagement de gaz a été de	110,0
— jaune	95,0
— incolore transparent	44,6
— rouge	35,5
— vert	36,2
— bleu	33,0

M. Guillemin (2) a repris les expériences de Gardner sur l'influence des différents rayons du spectre et les a confirmées en les étendant. Il s'est proposé de rechercher en employant des spectres dont les divers rayons avaient une grande intensité, si l'action qui a lieu avec le plus d'énergie dans le jaune et l'orangé,

(1) S. Cloëz et P. Gratiolet, *Recherches expérimentales sur la végétation des plantes submergées* (*Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. XXXII, 1851, p. 41 et suiv.).

(2) *Annales des sciences naturelles*, 4e série, t. VII, p. 154.

se prolongeait au delà des rayons visibles, soit du côté du rouge, soit du côté du violet. A l'aide de prismes de quarz et de sel gemme, qui sont plus particulièrement transparents pour les rayons plus réfrangibles que le violet extrême, et moins réfrangibles que l'extrême rouge, il a pu voir se manifester un verdissement très-appréciable au delà de la partie colorée du spectre, bien qu'avec une intensité moindre que sous l'influence des rayons lumineux. Il a reconnu, au reste, comme l'avait observé Gardner, que l'action de la lumière sur la matière verte est au maximum dans le jaune et l'orangé et qu'elle diminue à mesure qu'on s'en éloigne; mais il a vu, en outre, qu'elle n'est pas limitée à la portion visible du spectre; les rayons chimiques et les rayons calorifiques invisibles ne sont donc pas dépourvus de la propriété de faire verdir les feuilles, bien qu'ils ne la possèdent qu'à un degré moins élevé que les rayons colorés compris entre le rouge et le violet extrêmes.

Il résulte nettement déjà de toutes ces expériences que les rayons qui ont le plus d'action sur les sels d'argent, ce qu'on nomme les rayons chimiques, ne sont pas ceux qui ont le plus d'action sur la matière verte. Gardner avait déjà fait voir que la lumière qui a traversé un écran de bichromate de potasse et est sans action sur le papier photographique, peut encore faire bien verdir les plantes étiolées, et Draper, qu'elle peut produire une très-énergique réduction de l'acide carbonique par les feuilles. M. Sachs a pleinement confirmé l'exactitude de ces résultats, mais en employant une méthode nouvelle d'expérimentation. Le premier, il a eu l'idée de mesurer le degré d'intensité de l'action de la lumière sur les plantes aquatiques en comptant le nombre de bulles de gaz qui se dégagent de la coupe d'un rameau qu'on expose au soleil dans l'eau chargée d'acide carbonique. Il a vu que le nombre de bulles produites sous l'influence de la lumière orangée, due à un écran de solution saturée de bichromate de potasse, est peu inférieur à celui de la lumière blanche, bien que cette lumière orangée soit à peu près sans action sur le papier photographique, tandis que la plante soumise à la lumière bleue transmise par un écran de sulfate de

cuivre ammoniacal donne un dégagement environ vingt fois moindre.

Depuis, M. de Wolkoff (1) a apporté une preuve de plus de la non-identité des rayons actifs sur les plantes avec les rayons photographiques, en comparant la quantité de rayons chimiques contenus dans les lumières colorées employées, avec la quantité de gaz dégagée sous l'influence de ces lumières. Pour évaluer la quantité de gaz produit, M. de Wolkoff a employé la méthode imaginée par M. Sachs et en a constaté la suffisante exactitude. Pour apprécier l'intensité chimique des rayons, il s'est servi de l'appareil de Roscoë. Les nombres suivants, donnés par lui, sont frappants et n'ont pas besoin de commentaires.

Couleur de la lumière.	Intensité des rayons chimiques.	Quantité de gaz dégagée.
Blanche..........	1,0000	80
Rouge...........	0,0001	52
Bleue...........	0,8500	21

Dans une très-récente publication (2), extraite d'un travail plus considérable qui n'a pas encore paru, M. Timirjaseff a cherché à établir, contrairement à l'opinion des observateurs précédents, que le dégagement d'oxygène par les plantes sous l'influence des divers rayons lumineux est proportionnel à leur effet calorifique.

Il faisait tomber sur des feuilles renfermées dans un tube gradué contenant de l'acide carbonique de la lumière colorée par son passage à travers diverses solutions. La lumière rouge était donnée par une solution ammoniacale de carmin, la jaune par une solution modérément concentrée de chlorure de cuivre, la bleue par une solution modérément concentrée d'oxyde de cuivre ammoniacal. Il croit pouvir tirer de ses observations cette conclusion, que l'action de la lumière sur la réduction de l'acide carbonique par les feuilles est en proportion des rayons calorifiques contenus dans les diverses lumières colorées. Il a tracé une

(1) A. von Wolkoff, *Einige Untersuchungen über die Wirkung des Lichtes* in *Pringsheim's Jahrbücher*, V, p. 10, 1866.

(2) *Bot. Zeitg*, 1869, n° 11.

courbe de l'intensité des pouvoirs de décomposition qui concorderait à peu près avec l'intensité calorifique.

Je ne puis qu'indiquer ce mémoire qui ne m'est connu que par un assez court extrait, et dont les conclusions paraissent en désaccord avec des faits assez nombreux qui semblaient établis par des expériences antérieures.

Il ressort, d'une manière générale, de l'ensemble des recherches publiées jusqu'ici sur ce sujet :

1° Que les divers rayons solaires n'agissent pas avec la même intensité comme cause de la décomposition de l'acide carbonique par les plantes.

2° Que ce sont les rayons moyens de la partie lumineuse du spectre, c'est à-dire les rayons jaunes et orangés qui ont au plus haut point cette propriété.

3° Que cette action n'est, en aucune façon, proportionnelle à l'énergie avec laquelle la lumière décompose les sels d'argent.

4° En outre, la plupart des observateurs admettent également qu'elle n'est pas non plus proportionnelle à l'action calorifique; toutefois ce fait vient d'être très-récemment contesté.

Laissons de côté ce dernier point, pour le moment, et revenons sur cette donnée très-solidement établie, que les rayons jaunes et les rayons voisins ont une beaucoup plus grande action que les rayons d'autres couleurs sur la réduction de l'acide carbonique par les plantes. On sait que les rayons des différentes couleurs ne sont pas également lumineux; il est, sans doute, très-difficile de comparer, avec exactitude, l'intensité des lumières colorées; cependant, il est évident que le jaune et l'orangé ont un beaucoup plus grand éclat que le rouge et surtout l'indigo et le violet (1). Or, il résulte de l'ensemble des expériences

(1) L'intensité lumineuse relative des diverses couleurs du spectre peut être approximativement évaluée d'après la courbe de Frauenhofer de la façon suivante :

Rouge	de 1 à 5
Orangé jaune	18
Jaune	25
Jaune vert	15
Vert	5
Bleu	1

Voyez M. Jamin, *Cours de physique*, OPTIQUE, p. 428.

que nous venons de résumer que les rayons qui agissent le plus sur la chlorophylle, sont aussi ceux qui ont le plus grand pouvoir éclairant ; ce sont les rayons jaunes et jaune orangé, puis viennent les rayons verts et les rayons rouges qui sont moins éclairants, ensuite les rayons bleus et violets qui sont les plus sombres, et enfin les rayons qui ne sont plus lumineux pour nos yeux et qui, cependant, agissent encore, bien que très-faiblement, sur la chlorophylle.

Jusqu'ici les observateurs se sont préoccupés exclusivement d'opérer avec des couleurs bien pures, bien homogènes et aussi peu mélangées que possible avec d'autres couleurs, mais sans faire entrer en ligne de compte la différence d'intensité lumineuse de ces divers rayons. Or, il semble bien probable que quand l'intensité de la lumière varie, la grandeur des effets qu'elle produit doit varier aussi. Pour la lumière blanche le fait a été constaté avec précision par M. de Wolkoff ; d'après ses observations les effets de l'action de la lumière sur le dégagement du gaz par les plantes seraient même, dans ce cas, exactement proportionnels à l'intensité de la lumière. Or, dans les expériences faites jusqu'ici avec les lumières colorées, on a comparé constamment les unes avec les autres des lumières d'intensité très-différente. Ainsi pour prendre un exemple, M. Sachs compare la lumière qui traverse une solution saturée de bichromate de potasse à celle qui passe à travers une solution bleue foncée de sulfate de cuivre ammoniacal qui ne donne au spectroscope que du violet, du bleu et un peu de vert. Or, il est bien certain que, dans ce cas, on met en regard deux clartés fort différentes, et que l'on compare une brillante lumière orangée à une faible lueur bleue. L'expérience montre que la première a une action beaucoup plus grande sur les plantes que la seconde, sans doute, mais à quoi l'attribuer? à la nature de la lumière ou à son intensité ? A mon avis, il y a là dans toutes les expériences une lacune très-importante et l'on ne saurait affirmer, comme on le fait, que les rayons jaunes sont ceux qui agissent le plus sur la chlorophylle sans prêter à la plus fâcheuse confusion, tant qu'on n'aura pas établi si c'est en tant que jaunes qu'ils exercent sur les

plantes l'action que l'expérience constate, ou seulement en raison de leur plus grand pouvoir éclairant.

M. Sachs a bien employé des solutions bleues d'intensité différente, et vu que les plus claires laissent passer une lumière qui agit plus sur les plantes que celle qui a traversé une solution plus foncée; mais à mon avis, il s'est entièrement mépris en attribuant ce résultat à ce que la solution la plus foncée est débarrassée de plus de rayons rouge orangé et jaunes.

Il m'a semblé que pour reconnaître le rôle qu'il convient d'attribuer aux rayons de diverses couleurs, il était nécessaire de constater quelle action peuvent produire, sur les plantes, des lumières de couleur différente mais d'intensité reconnue égale, et d'établir si cette action est différente pour les diverses couleurs ou si, au contraire, elle est la même à égalité de pouvoir éclairant; telle est la question que je me suis proposé de résoudre expérimentalement.

La première condition à remplir était d'obtenir des lumières de couleurs différentes et d'intensité sensiblement égale. Des solutions colorées que je pouvais rendre à volonté plus foncées ou plus claires en ajoutant, soit de la solution concentrée, soit de l'eau, convenaient très-bien pour le but que je voulais atteindre.

Restait à trouver un moyen de comparer l'intensité de deux solutions de couleur différente afin de les égaliser.

Pour cela, j'ai fait construire des appareils formés chacun de deux cylindres de verre de taille différente placés concentriquement l'un dans l'autre et collés sur un disque annulaire de verre à l'aide de mastic de fontainier. L'intervalle laissé entre les deux cylindres de verre était destiné à recevoir le liquide coloré; il avait de 18 à 20 millimètres d'épaisseur. En y versant une solution de couleur plus ou moins foncée, j'obtenais ainsi un cylindre coloré dont je faisais varier à volonté la nuance. Je plaçais l'appareil sur un trépied autour d'une bougie allumée qu'il entourait à peu près à la façon d'un verre de lampe; la lumière de la bougie en traversant la couche liquide colorée, devenait d'une couleur plus ou moins foncée, selon que la solution était plus ou moins concentrée.

Pour égaliser l'intensité des lumières qui passaient à travers les appareils remplis de solution colorée, j'opérais de la manière suivante :

Je mettais d'abord deux bougies allumées à droite et à gauche d'une tige placée verticalement sur une boîte de carton blanc de façon que les ombres projetées sur le carton blanc par la tige verticale éclairée par les deux bougies fussent aussi exactement égalisées que possible. Ces deux ombres se trouvent dans le prolongement l'une de l'autre et décroissent d'intensité à partir de la base de la tige; on peut les observer sans avoir les yeux fatigués par l'éclat des lumières.

Autour de chacune des bougies était un petit trépied sur lequel je plaçais les cylindres colorés et les choses étaient disposées de manière que la lumière des bougies se trouvait à peu près à mi-hauteur des cylindres. En outre, comme les appareils n'étaient pas tous exactement cylindriques ni exactement centrés, il importait de les mettre toujours dans le même sens. Pour cela j'avais collé une marque sur le verre de chaque cylindre et quand je plaçais un appareil sur le trépied, j'avais soin que la marque fût toujours mise dans la direction de la tige destinée à porter ombre.

De toutes les couleurs, les plus lumineuses sont le jaune et l'orangé. C'est donc à l'intensité de la lumière du jaune qu'il convient de rapporter celle des autres couleurs.

Comme matière colorante jaune ou plutôt orangée, j'ai pris une solution saturée de bichromate de potasse. C'est une liqueur d'un jaune orangé très-intense qui a été employée par beaucoup d'observateurs et, en particulier, par M. Sachs.

Les ombres portées par la tige verticale située entre les deux bougies allumées étant bien égales, je place sur le trépied autour d'une des bougies un cylindre rempli de la solution saturée de bichromate de potasse. La lumière qui passe est orangée et relativement faible ; l'ombre de ce côté est beaucoup plus foncée et colorée en orangé. Du côté de la bougie non recouverte est une ombre beaucoup plus pâle et qui semble teinte d'une faible nuance bleue (couleur complémentaire de l'orangé).

On a rempli un second cylindre de la couleur dont on veut égaliser l'intensité lumineuse à celle de l'orangé prise comme unité; soit du bleu, par exemple : On a étendu d'eau la liqueur bleue de façon qu'elle semble être à peu près de même valeur que la liqueur orangée. On place le cylindre bleu sur le trépied de la seconde bougie. Si l'ombre bleue produite de ce côté semble plus foncée que l'ombre orangée, on retire de la solution colorée avec une pipette et l'on ajoute de l'eau jusqu'à égalité d'intensité des deux ombres. Si, au contraire, l'ombre bleue est la plus claire, on ajoute de la solution foncée avec une pipette peu à peu et en ayant soin d'agiter la liqueur à l'aide d'une baguette à l'intérieur de l'appareil. On peut arriver ainsi, quand on a les yeux suffisamment exercés à comparer la valeur des objets diversement colorés, à obtenir des cylindres qui laissent passer des lumières de composition différente, dans lesquelles certains rayons colorés dominent de beaucoup et qui, néanmoins, ont une intensité lumineuse sensiblement égale. Sans doute de semblables évaluations n'ont rien d'absolument rigoureux; néanmoins, elles m'ont paru suffisantes pour les expériences que je voulais tenter.

En exposant les plantes au soleil, à l'intérieur des cylindres colorés, ainsi préparés et recouverts d'un couvercle de carton noirci (en ayant la précaution de placer, vis-à-vis de l'astre, la marque faite pour éviter les erreurs dues à l'imperfection de la construction des appareils), on doit donc les soumettre à l'action de lumières différemment colorées, mais d'intensité lumineuse à peu près égale. Quelles seront, dans ce cas, les quantités de gaz dégagées sous l'influence de la lumière? seront-elles égales, par exemple sous l'action de la lumière jaune et de la lumière bleue?

Pour évaluer le volume de gaz produit par les plantes à la lumière, il est nécessaire de les placer dans l'eau; les premiers observateurs ont employé des feuilles de plantes terrestres, les ont mises avec de l'eau dans des vases de verre puis, après les avoir avoir exposées au soleil, ont recueilli et mesuré le gaz dégagé. MM. Cloëz et Gratiolet ont eu l'idée ingénieuse de pren-

dre des plantes d'eau qui pouvaient demeurer durant tout le cours de l'expérience dans des conditions beaucoup plus normales et ils ont employé cette méthode avec succès. Quant au gaz produit, ils le recueillaient et le mesuraient. M. Sachs imagina une méthode gazométrique toute différente qui est d'une extrême délicatesse et convient très-bien aux recherches physiologiques. Si l'on coupe un rameau d'une plante aquatique, telle qu'un *Ceratophyllum* ou un *Potamageton*, par exemple, et qu'on le laisse flotter au soleil, dans de l'eau chargée d'acide carbonique, on le voit dégager, par sa partie coupée, une série de bulles de gaz qui se suivent à intervalles très-réguliers quand on opère dans des conditions convenables et que l'intensité de la lumière est bien constante.

Quand le soleil est vif et le ciel pur, au milieu du jour, on peut observer une grande constance dans le dégagement du gaz durant un temps assez long; mais qu'un nuage passant devant le soleil en diminue l'éclat, aussitôt le nombre de bulles dégagées dans un temps donné, une minute par exemple, diminue dans une proportion considérable.

M. Sachs a employé cette méthode pour comparer l'action de la lumière blanche, de la lumière orangée et de la lumière bleue, et c'est en comptant ainsi les bulles dégagées qu'il a trouvé que l'action de la lumière orangée est presque égale à celle de la lumière blanche et que celle de la lumière bleue est de beaucoup moindre.

J'ai employé pour mes expériences quelquefois le *Ceratophyllum demersum*, mais le plus souvent le *Potamogeton perfoliatus* que j'avais à ma disposition, à une très-petite distance, à la campagne, et l'*Elodea canadensis* qui croît en abondance au jardin des Plantes pour les observations que j'ai faites à Paris.

Je plaçais dans un flacon de verre à large ouverture et d'un diamètre moindre que le diamètre intérieur de mes cylindres, un rameau de plante coupé net avec un instrument bien tranchant; je le chargeais d'un très-mince fil de plomb pour le tenir vers le fond du flacon, afin qu'il fût exposé à la lumière la plus vive, au delà de la portée de l'ombre des bouchons, tant du flacon que

du cylindre. A travers le bouchon de liége du flacon passaient deux tubes, l'un plongeant jusqu'au fond de l'eau, communiquant par un tube de caoutchouc avec un flacon où se produisait un lent dégagement d'acide carbonique; l'autre, ne plongeant pas dans le liquide, servait au dégagement qui avait traversé l'eau sans s'y dissoudre. En outre, un thermomètre plongeait dans le liquide près de la plante.

Quand l'eau du flacon est chargée d'acide carbonique et exposée au soleil et qu'on y place plusieurs rameaux d'une même plante, on voit au bout de quelques instants se produire des bulles de gaz, mais d'une façon qui diffère beaucoup d'un rameau à l'autre. La taille des bulles varie beaucoup aussi d'une coupe à l'autre, tantôt elles sont très-fines et se suivent en courants si rapide que l'œil à peine à les suivre, souvent alors elles partent de plusieurs points d'une même coupe et y forment plusieurs petits courants; tantôt, au contraire, elles sont très-grosses et se suivent relativement très-lentement. On ne saurait donc comparer le nombre de bulles formées par un rameau avec celui des bulles qui se dégagent d'un autre rameau dans les mêmes conditions de chaleur et de lumière; d'une coupe à l'autre, les bulles varient de grosseur, et plus elles sont grosses plus elles sont lentes à se former. Pour l'observation, il est indispensable de choisir un rameau qui ne donne qu'une seule série de bulles; en général, celles qui sont de taille moyenne et proviennent de rameaux déliés sont les plus favorables à l'expérimentation, parce qu'elles se suivent assez rapidement pour que des variations, même légères, soient nettement accusées par une variation du nombre des bulles dégagées dans une minute; néanmoins elles doivent toujours atteindre la grosseur de la coupe. Il est fort important aussi de s'assurer que les tiges sont intactes et ne laissent pas par quelque blessure échapper un autre courant de bulles.

Les rameaux minces et fins de *Potamogeton perfoliatus* que j'ai employés pour mes premières expériences m'ont souvent fourni un dégagement très-constant et très-régulier de bulles de taille moyenne; l'*Elodea canadensis* m'a généralement donné des bulles un peu plus grosses et plus lentes, mais bien ré-

gulières. Une fois qu'on a choisi le rameau sur lequel doit porter l'expérience, d'après le développement régulier et la fréquence convenable des bulles qu'il émet, on l'expose directement au soleil. Puis l'expérience commence de la façon suivante : On compte le nombre de bulles émises sous l'action directe du soleil, puis on couvre le bocal contenant la plante d'un des cylindres colorés, et l'on compte le nombre de bulles dégagées dans cette nouvelle condition; ensuite on l'expose encore à la lumière solaire directe et l'on compte de nouveau le nombre de bulles émises au soleil avant de couvrir le flacon du deuxième cylindre (1).

La nécessité d'alterner toujours les observations à la lumière blanche et à la lumière colorée résulte des observations de M. Van Tieghem, qui a vu que les plantes qui ont été exposées au soleil continuent à dégager des bulles de gaz même après avoir été soustraites à l'action de la lumière tant qu'elles n'ont pas complétement épuisé l'activité qu'elles ont reçue de l'influence solaire. Toutes les expériences faites avec la lumière colorée, étant précédées d'une insolation directe, on doit admettre qu'elles sont dans des conditons identiques et que dès lors l'influence que peut exercer l'insolation antérieure étant la même pour toutes est négligeable. En outre, l'évaluation comparative du nombre de bulles émises sous l'influence de la lumière directe pendant tout le cours de l'expérience fournit sur les variations de l'intensité de la lumière pendant ce temps des notions fort utiles pour juger de la valeur des variations qui se manifestent dans le nombre de bulles dégagées sous l'influence de la lumière colorée.

La série suivante d'observations faites sur le *Potamogeton perfoliatus* peut être donnée comme exemple des expériences que j'ai faites dans cette voie.

(1) Pour éviter les erreurs, j'ai presque toujours compté deux fois de suite le nombre de bulles dégagées durant une minute, de telle façon que si le dégagement d'une bulle ne coïncide pas exactement avec l'instant où l'aiguille des secondes achève le tour du cadran, la légère erreur que l'on commet est rectifiée par l'évaluation des bulles de la seconde minute.

27 août 1868, 11 heures du matin.

Lumière directe blanche.	61 bulles par minute			temp. 24°,
—	61			
Lumière bleue................		53 bulles		
—		52,5		
Lumière directe blanche.	64			temp. 25°,0
—	64			
Lumière orangée............................			54	
—			55	
Lumière blanche.......	63			temp. 25°,5
—	61			
Lumière bleue................		57		
—		57,5		
Lumière blanche.......	65			
—	67			
Lumière orangée............................			54	
—			54	
Lumière blanche.......	70			temp. 26°,0
—	66			
Lumière bleue................		57		
—		59		
Lumière blanche.......	67			
—	68			
Lumière orangée............................			57	temp. 26°,0
—			58	

D'où l'on tire les moyennes suivantes :

A la lumière blanche.............	64,75	bulles par minute.
— bleue..............	56,00	—
— orangée.............	55,33	—

J'ai répété maintes fois de semblables expériences, je rapporterai seulement les nombres suivants qui sont des moyennes résumant des observations tout à fait analogues à celles que je viens de rapporter ici en détail :

Nombres de bulles de gaz dégagées par un rameau de Potamogeton perfoliatus *durant une minute sous l'influence de la lumière*

Blanche.	Bleue.	Orangée.
14,40	11,40	11,80
20,00	16,00	17,75
19,00	15,30	15,50
74,50	58,50	57,00

Il n'est pas, je crois, nécessaire de donner un plus grand nom-

bre d'exemples. Les nombres qui précèdent suffisent pour conclure de l'ensemble de ces expériences, qu'à égalité d'intensité lumineuse la lumière orangée et la lumière bleue agissent avec une énergie sensiblement égale sur les parties vertes des plantes et produisent un égal dégagement de gaz et que, par conséquent, la lumière jaune et la lumière orangée ne jouissent pas de la propriété exclusive d'agir sur la chlorophylle pour produire la réduction de l'acide carbonique.

Sans doute la lumière bleue très-pâle, avec laquelle j'opérais, était loin d'être pure; elle laissait passer certainement un certain nombre de rayons de toutes les couleurs; toutefois il me semble absolument impossible d'admettre, comme l'a supposé M. Sachs (1), que les solutions bleues, peu concentrées, agissent en raison des rayons jaunes et orangés qu'elles laissent passer, car elles n'en laissent jamais passer qu'un bien petit nombre en proportion de ceux qui traversent la solution de bichromate de potasse. Il me semble certain que les liqueurs bleues et orangées dont j'arrivais à équilibrer l'intensité, laissaient passer des quantités très-différentes de rayons jaunes et orangés; néanmoins, elles avaient une influence égale sur le dégagement de gaz par les plantes, c'est donc que les lumières colorées agissent non pas en raison de la quantité de rayons jaunes qu'elles contiennent, mais en proportion de leur intensité lumineuse.

Les observations qui précèdent et qui ont porté seulement sur les couleurs bleue et orangée, suffisent déjà, ce me semble, pour justifier une conclusion générale; néanmoins, il n'était pas sans intérêt de les répéter sur d'autres couleurs et, en particulier, sur la couleur verte qui, selon M. Cailletet, serait absolument sans action sur la réduction de l'acide carbonique par les parties vertes des plantes.

La série d'expériences suivante a été faite sur l'*Elodea canadensis;* la couleur orangée était toujours la solution saturée de bichromate de potasse, la liqueur verte une solution de vert d'aniline.

(1) *Physiologie végétale,* traduction française, p. 29.

Elodea canadensis.

9 juin 1869, de 1 heure un quart à 2 heures et demie. Temp. 30 à 32 degrés.

Lumière blanche...... 40 bulles par minute.
— 39
Lumière orangée................ 25
— 26
Lumière blanche...... 38
— 39
Lumière verte 25
— 25
Lumière blanche...... 40
— 38
Lumière orangée................ 26
— 26
Lumière blanche...... 39
— 41
— 42
Lumière verte.............................. 25
— 27
Lumière blanche....... 45
— 45
Lumière orangée................ 27
— 31
— 32
Lumière blanche....... 47
— 49
Lumière verte.............................. 29
— 31
— 31
Lumière blanche....... 52
— 54
Lumière orangée................ 35
— 38
Lumière blanche....... 59
— 56
Lumière verte.............................. 35
— 36
Lumière blanche....... 60
— 61
Lumière orangée................ 38
— 40
Lumière blanche....... 65
— 62
Lumière verte.............................. 41
— 41
Lumière blanche....... 69
— 67
Lumière orangée................ 42
— 42
Lumière blanche....... 69
— 68
Lumière verte.............................. 41
— 42

Nombre moyen de bulles dégagées par minute dans la lumière

Blanche.	Verte.	Orangée.
51,36	32,92	33,00

Si l'on compare les résultats de cette expérience comme ceux des expériences précédentes, du reste, aux faits observés par M. Sachs, on sera peut-être frappé de la différence beaucoup plus grande que j'ai constatée entre l'action de la lumière directe et celle de la lumière orangée. Dans les expériences de M. Sachs, le dégagement de gaz, dans la lumière orangée, était presque égal à celui qui se produisait sous l'action de la lumière directe ; dans les miennes, il est beaucoup moindre. La raison de ce fait paraît être surtout dans l'épaisseur de la couche de liquide coloré faisant écran, qui n'était que de 12 à 15 millimètres dans les expériences de M. Sachs et qui, dans les miennes, était de 18 à 20 et même de 21 dans la dernière série d'observations que je viens de rapporter.

Ces observations me paraissent en contradiction absolue avec les idées émises par M. Cailletet (1), qui attribue une action toute spéciale à la lumière verte, sous l'influence de laquelle l'acide carbonique ne serait nullement décomposé. Sous une cloche en verre vert, éclairée de rayons directs du soleil, une feuille se comporterait, selon lui, à peu près comme dans l'obscurité absolue. Ce fait a, du reste, été déjà expérimentalement contesté par M. Edm. Becquerel (2) qui a vu, tout au contraire, des feuilles de lierre, placées sous une cloche verte, fournir une assez notable quantité de gaz (2 centimètres cubes).

L'opinion de M. Cailletet a été appuyée par Dubrumfaut (3), qui a soutenu que, d'après les faits connus de la lumière, on pouvait prévoir que la dissociation carbonique devait être excitée exclusivement par les rayons lumineux qui forment le complément de la couleur verte des feuilles éclairées par la lumière blanche. Bien que l'expérience ait déjà répondu, ce me semble, à cette assertion, il ne sera peut-être pas inutile de donner en-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXV, p. 324, 325.

(1) Edm. Becquerel, *Lumière*, II, p. 280.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 10 février 1868.

core le résultat d'observations faites avec une solution verte et une solution rouge plus foncées que celles que j'avais été obligé d'employer dans les expériences précédentes, où il me fallait avoir un écran de transparence égale à celle de l'écran de bichromate de potasse.

Elodea canadensis.

7 juin 1869, de 2 heures à 2 heures et demie. Temp. 30 à 35 degrés.

Lumière blanche....... 12 bulles par minute.
Lumière verte.................. 5
Lumière blanche....... 12
Lumière rouge.............................. 5
Lumière blanche....... $11\frac{1}{2}$
— $11\frac{1}{2}$
Lumière verte.................. 6
— $5\frac{1}{2}$
Lumière blanche....... 13
— 13
Lumière rouge.............................. $5\frac{1}{2}$
— $5\frac{3}{4}$
Lumière blanche....... 13
— 14
Lumière verte.................. $6\frac{1}{2}$
— 7
Lumière blanche....... 13
Lumière rouge.............................. $6\frac{1}{2}$
— 7
Lumière blanche........ 14
— 15
Lumière verte.................. 6
— 7
Lumière blanche........ $14\frac{1}{2}$
— 14
Lumière rouge.............................. $6\frac{1}{2}$
— 7

Nombre moyen de bulles dégagées en une minute sous l'action de la lumière

Blanche.	Verte.	Rouge.
13,26	6,14	6,18

Des expériences analogues faites sur le *Potamogeton perfoliatus* avec des liqueurs moins foncées m'avaient donné aussi des résultats analogues, comme on peut le voir par les moyennes suivantes :

Nombre moyen de bulles dégagées en une minute sous l'influence de la lumière

Blanche.	Verte.	Rouge.
10,00	8,02	8,75
63,00	55,66	57,00
19,00	15,00	14,83

Il serait tout à fait superflu, je pense, de donner un plus grand nombre de chiffres. Ceux qui précèdent suffisent à justifier les conclusions suivantes qui me paraissent ressortir de l'ensemble de ce mémoire, à savoir, que les lumières de couleurs diverses agissent également sur les parties vertes des plantes et y déterminent un égal dégagement de gaz à égalité d'intensité lumineuse; et, par conséquent, que tous les rayons lumineux déterminent la réduction de l'acide carbonique par les plantes en proportion de leur pouvoir éclairant quelle que soit leur réfrangibilité.

Si donc les rayons modérément réfrangibles du spectre qui forment la lumière jaune et orangée ont, comme de nombreuses expériences l'ont prouvé, le pouvoir de produire, quand ils agissent sur les parties vertes des plantes un plus grand dégagement d'oxygène que les autres rayons plus ou moins réfrangibles, cette propriété est due à ce que l'intensité lumineuse de ces rayons moyens est de beaucoup supérieure à celle des rayons extrêmes.

SUR LE MÉCANISME DE LA FÉCONDATION

CHEZ LES PLANTES CRYPTOGAMES ACROGÈNES,

Par M. E. STRASBURGER (1).

Le mécanisme de la fécondation chez la plupart des plantes cryptogames est, d'après mes récentes observations, le même que chez les Fougères. J'ai retrouvé les mêmes cellules canalifères (*Kanalzellen*), qui déversent leur contenu sous forme de mucilage, et c'est toujours ce mucilage qui retient les spermatozoïdes, leur facilitant ainsi l'entrée de l'archégone. Il était de même facile à prévoir que le mucilage qui, chez les Algues, s'échappe de l'oogonie, remplit une fonction analogue : c'est ce dont j'ai pu du reste m'assurer, en observant la fécondation du *Vaucheria*.

Après avoir mis ces faits hors de doute, il m'a paru important de résoudre encore deux questions :

1° Le mucilage qui sort de l'archégone d'une espèce donnée de plantes n'arrête-t-il que les spermatozoïdes, appartenant à la même espèce, ou bien retient-il aussi ceux d'espèces différentes ?

Et dans ce second cas :

2° Agit-il exclusivement sur les spermatozoïdes, ou bien retient-il indifféremment tous les petits corps doués de mouvement.

Pour trancher la première de ces questions, voici ce que je fis : Je pris une goutte d'eau dans laquelle s'étaient vidées des anthéridies de *Marchantia*, si bien que l'eau était littéralement remplie de ces spermatozoïdes ; puis j'y introduisis des prothalles de

(1) Extrait de *Bot. Zeitung*, n° 48, 27 novembre 1868.

Pteris serrulata tous couverts d'archégones mûrs. Le résultat fut de nature à ne permettre aucun doute. Au bout de quelques minutes, je vis le mucilage qui sortait du canal des archégones se remplir de spermatozoïdes de *Marchantia* qui se mouvaient à leur manière. Le nombre en fut même si grand que je les vis obstruer complétement le canal de l'archégone et former encore un épais faisceau à l'entrée du col.

Leurs mouvements, dans le mucilage, continuèrent plus d'une demi-heure, ce qui présentait une image ressemblant assez à celles qu'on observe sur un épithélium vibratile de certains animaux. La pression qu'exerçait cette accumulation de spermatozoïdes, sur le contenu de l'archégone, était si grande que j'ai vu des spermatozoïdes de Fougère, qui y avaient déjà pénétré, en être de nouveau expulsés. De la fécondation par les spermatozoïdes de *Marchantia*, il n'en peut naturellement être question, et l'œuf (*Befruchtungskugel*) de *Pteris* ne se modifia en rien par suite de leur action.

Pour résoudre maintenant la seconde question, je mis des prothalles de *Pteris serrulata* dans une goutte d'eau, où j'avais laissé tremper une mouche toute couverte de *Saprolegnia*. La goutte d'eau contenait les zoospores de cette plante en grande quantité, et en outre des myriades de tout petits vibrions très-vifs. On va voir combien ces derniers me venaient à souhait. A peine les archégones s'étaient-ils ouverts et avaient-ils déversé leur mucilage, que je vis les vibrions s'y amasser; ils y étaient retenus exactement comme les spermatozoïdes, et leur nombre alla croissant d'une manière étonnante. Après avoir rempli tout le canal de l'archégone, ils s'amassèrent encore devant son entrée en faisceaux divergents suivant les directions radiales, avec l'entrée du canal comme centre. Il m'était facile, grâce à la quantité de vibrations qui y étaient entassées, de déterminer exactement les contours de ce mucilage incolore. Les vibrions n'avançaient que dans des directions radiales, soit dans la direction du col de l'archégone, soit dans sa direction opposée. Ce n'était que dans les parties éloignées du mucilage, là où celui-ci avait perdu sa densité par diffusion, que les vibrions réussissaient à se

mouvoir dans des directions tangentielles (1). Le mucilage me paraît donc offrir à ces petits organismes plus de résistance suivant la tangente que suivant le rayon ; ceci pourrait s'expliquer par une structure moléculaire particulière, et la position des molécules pourrait être déterminée par la direction d'écoulement de la masse. La manière dont se comportent ces vibrions dans le mucilage nous explique celle des spermatozoïdes, et nous montre pourquoi ceux-ci ne se meuvent que suivant des directions radiales, et comment la position du canal de l'archégone leur est imposée.

Ce phénomène que j'ai produit artificiellement avec mes vibrions est identique avec celui que M. Hanstein (2) a observé chez le *Marsilea*. Lui aussi a vu un grand nombre de vibrions rassemblés devant l'ouverture des organes générateurs femelles ; mais il ne put trouver une explication satisfaisante de leur apparition en cet endroit. Je crois en avoir donné une aussi simple que naturelle. Les zoospores de *Saprolegnia*, qui sont relativement très-grosses, furent retenues aussi dans le mucilage, et leurs mouvements y devinrent beaucoup plus lents. Mais il arriva rarement qu'il en restât une de prise; elles étaient généralement assez fortes pour se débarrasser elles-mêmes, et s'éloignaient généralement avec rapidité.

Quant à la composition de ce mucilage, tout ce que je puis en dire, c'est qu'il renferme de l'albumine. Je m'en suis assuré en faisant ouvrir des archégones mûrs, dans une solution de carmin très-étendue. Les parties granuleuses du mucilage prennent une couleur intense, tandis que les parties homogènes se colorent à peine. La coloration se produit aussitôt après la sortie.

Notons, en terminant, que les mucilages végétaux ordinaires,

(1) Ce ne sont pas des courants de diffusion du liquide qui produisent les mouvements dont nous nous occupons ; il est facile de s'en assurer à l'aide de particules de carmin que l'on voit rester immobiles dans le voisinage et dans l'intérieur même du mucilage.

(2) *Die Befruchtung und Entwickelung der Gattung Marsilea* (*Jahrb. für wiss. Bot.* t. V, p. 221).

agissent sur les spermatozoïdes exactement comme le mucilage des organes génitaux. Il suffit de mettre, dans une goutte d'eau renfermant des spermatozoïdes, des coupes minces de graines, telles que celles de *Linum usitatissimum*, de *Cydonia vulgaris* ou de *Plantago Psyllium*. Les spermatozoïdes sont arrêtés dans le mucilage qui s'échappe des cellules de l'épiderme de ces graines exactement comme nous venons de le voir. Les graines de *Plantago Psyllium* sont celles qui s'approprient le mieux à cette observation. Les parois des cellules extérieures se gonflent ici lentement, et forment une gelée qui se répand dans l'eau environnante. Les spermatozoïdes de *Pteris* qui tombent dans cette gelée s'y comportent exactement comme dans celle des archégones; leurs mouvements deviennent plus lents, puis les tours de leur spirale s'éloignent les uns des autres. Lorsqu'ils rencontrent un obstacle ou que la densité du mucilage arrête leur marche, ils se mettent à tourner sur eux-mêmes autour de leur axe et continuent ainsi pendant longtemps, absolument comme le font les spermatozoïdes qui, parvenus dans l'intérieur de l'archégone, se heurtent contre l'œuf (*Befruchtungskugel*). Enfin on voit le mouvement des spermatozoïdes pris dans le mucilage s'arrêter; ils commencent alors à s'altérer lentement, tout à fait comme dans le mucilage génital avant l'ouverture de l'archégone; l'analogie que présentent ces deux mucilages est donc des plus manifestes.

Il semble qu'il y ait un mécanisme analogue pour rassembler les spermatozoïdes autour des œufs (*spores*) des Fucacées, car M. Thuret parle d'une « couche mucilagineuse » qui entoure ces organes.

Nous venons donc d'éclaircir l'acte de la fécondation, ou tout au moins nous avons ramené à des causes purement mécaniques la pénétration des spermatozoïdes dans les organes sexuels femelles. Quant à la manière dont ils se comportent à l'intérieur de l'archégone, j'ai déjà réussi à l'observer précédemment chez les Fougères, et je renvoie le lecteur à mon mémoire (1). Je

(1) *Ann. sc. nat.*, 5e série, vol. IX, p. 227.

dois cependant ajouter ici que le spermatozoïde perd toujours la vésicule attachée à sa partie postérieure avant son entrée dans l'organe sexuel femelle, d'où il résulte que cette vésicule ne saurait jouer le moindre rôle dans la fécondation. Arrivé dans l'intérieur de l'archégone, le spermatozoïde heurte sa pointe contre la partie claire de l'œuf (*Befruchtungskugel*), partie que j'ai nommée le « point de conception » ! Il y reste pris, et continue encore à tourner autour de son axe, tout en s'enfonçant lentement dans l'œuf où il se dissout peu à peu, et dans lequel il ne tarde pas à disparaître en peu d'instants; en quatre minutes chez les Fougères.

Il suffit chez ces plantes d'un seul spermatozoïde pour opérer la fécondation, et, une demi-heure n'est pas encore écoulée à partir de ce moment, que l'on voit déjà l'œuf devenir opaque et s'entourer d'une membrane. Les premières divisions apparaissent quelques heures après.

SUR

LES FONCTIONS DES FEUILLES,

Par M. BOUSSINGAULT (1).

(Lu à l'Académie des sciences, séance du 22 février 1868.)

La décomposition de l'acide carbonique par les feuilles, si active au soleil, a-t-elle encore lieu à la lumière diffuse très-affaiblie ? Continue-t-elle dans une enceinte complétement obscure? En d'autres termes, ainsi que Théodore de Saussure inclinait à le croire, une plante, dans l'obscurité, dissocie-t-elle une partie de l'acide carbonique qu'elle forme en agissant sur l'air atmosphérique (2) ?

Durant la vie végétale, l'oxygène, par son apparition, révèle l'assimilation du carbone; or, dans les conditions que je viens de mentionner, ce gaz ne pouvant être produit qu'en proportion extrêmement limitée, ce n'est plus à l'analyse qu'il faudrait recourir pour en reconnaître la présence, mais à un agent capable d'en accuser la moindre trace.

Le phosphore était tout naturellement indiqué, puisque en devenant lumineux dans l'obscurité, en répandant des vapeurs à la lumière, il donne, dans l'un et l'autre cas, un indice certain de l'existence de l'oxygène; toutefois son emploi faisait naître une appréhension, le phosphore placé à côté d'une plante, dans une atmosphère confinée, n'exercerait-il pas une action nuisible? Or tout surprenant que cela paraisse, les expériences dont je vais communiquer les résultats montrent que la vapeur émanant du phosphore à une température comprise entre 15 et 30 degrés, que la vapeur de l'acide hypophosphorique, n'empêchent pas une feuille suffisamment rigide de fonctionner.

(1) Voyez *Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. VII, p. 314.
(2) De Saussure, *Recherches sur la végétation*, p. 54.

I. *Expérience du* 13 *octobre* 1865. — Dans un mélange formé de :

Gaz acide carbonique	27	cent. cubes.
Gaz hydrogène	57	—
	84	—

on avait introduit un cylindre de phosphore. L'appareil était dans la chambre noire. On fit alors passer sous la cloche une feuille de Laurier-rose présentant une surface de 60 centimètres carrés ; le phosphore devint lumineux pendant un instant très-court ; la lumière avait été occasionnée par l'air adhérant à la feuille.

L'appareil recouvert d'un étui de drap noir fut porté au soleil. A peine eut-on enlevé l'enveloppe, que l'on vit apparaître d'abondantes vapeurs blanches indiquant que la feuille produisait et que le phosphore absorbait du gaz oxygène. Le mercure de la cuve s'élevait à vue d'œil dans la cloche graduée ; l'ascension cessa à cinq heures ; l'exposition au soleil avait eu lieu à neuf heures. Çà et là on apercevait sur le verre, à l'intérieur, un léger dépôt jaune pulvérulent.

La feuille de Laurier-rose avait conservé sa belle couleur verte ; néanmoins il s'agissait de savoir si l'action solaire, accusée si nettement par le mouvement ascensionnel du mercure, n'avait pas cessé par suite d'une altération survenue dans son organisme.

L'analyse prouva que la feuille n'avait plus fonctionné parce qu'elle ne trouvait plus d'acide carbonique à décomposer.

Voici le résultat de l'analyse :

	cc
Acide carbonique introduit	27,00
Après l'hydrogène ajouté	84,00
Hydrogène	57,00
Après l'action du phosphore au soleil	56,95

Une balle de potasse humectée n'a pas diminué le volume du gaz.

Ainsi, en huit heures d'exposition à la lumière, la feuille de

Laurier-rose avait décomposé, pendant la combustion lente du phosphore, l'acide carbonique introduit dans l'appareil.

II. *Expérience du 1er octobre* 1867.— Une feuille de Laurier-rose de 62 centimètres carrés fut placée dans un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène. A une heure on fit passer sous la cloche un cylindre de phosphore, qui, après avoir jeté une faible lueur, devint obscur. L'appareil ayant été porté de la chambre noire au soleil, on vit apparaître des vapeurs blanches, en même temps que l'on constatait une ascension graduelle du mercure. A cinq heures, l'appareil fut replacé dans la chambre noire. Le phosphore était fondu à la partie inférieure du cylindre. La feuille, quand on la retira, était couverte d'une rosée légèrement acide ; elle portait une tache brune. On remarqua une substance pulvérulente jaune sur les parois de la cloche.

Voici le résumé de l'expérience :

	cc	
Acide carbonique introduit........	27,8	
Acide carbonique + hydrogène...	102,4	
Après l'exposition au soleil, gaz....	81,2	
Acide carbonique disparu.........	21,2	= oxygène absorbé
Acide carbonique ajouté..........	27,8	
Acide carbonique retrouvé........	6,6	

En quatre heures d'exposition au soleil, en présence du phosphore, une surface de feuilles de 62 centimètres carrés a décomposé 21cc,2 de gaz acide carbonique : soit 0cc,07, en une heure, par centimètre carré. C'est une décomposition très-énergique comparable à celle que l'on a constatée pour les feuilles de Laurier-rose, lorsqu'elles sont placées dans une atmosphère où il n'y a pas de vapeur de phosphore.

On fit encore deux observations : l'une avec une ramille de Thuya; l'autre avec un pinceau d'aiguilles du Pin laricio; il y eut de 20 à 25 centimètres cubes de gaz acide carbonique décomposé, et, dans les deux cas, le gaz oxygène devenu libre était absorbé par le cylindre de phosphore.

Ces expériences prouvent que des feuilles rigides comme celles des Lauriers-rose, du Thuya, du Pin, ne sont pas altérées par la

vapeur émanant du phosphore à la température ordinaire de l'atmosphère, ni par la vapeur d'acide hypophosphorique. La combustion lente du phosphore doit donc fournir un indice certain, instantané, du fait de la décomposition du gaz acide carbonique par les parties vertes des végétaux, puisque la lueur et la fumée qui l'accompagnent mettent en évidence l'apparition de la plus minime quantité d'oxygène dans un milieu gazeux formé d'acide carbonique et d'hydrogène.

On trouve dans mon Mémoire les précautions, très-simples d'ailleurs, qu'il convient de prendre pour éviter ce que l'on pourrait appeler « une fausse lueur phosphorique », parce que cette lumière, toujours extrêmement fugace, n'est pas causée par l'oxygène que la plante aurait élaboré.

Les indices que fournit la combustion lente du phosphore m'ont permis de combler quelques lacunes dans l'étude des fonctions des feuilles; je me bornerai à rappeler ici les questions que j'ai cherché à résoudre.

Les feuilles décomposent-elles du gaz acide carbonique en l'absence de la lumière?

Deux expériences faites, l'une à la température de 18 degrés, l'autre à la température de 36 degrés, m'autorisent à conclure que, dans une obscurité absolue, les feuilles ne décomposent pas le gaz acide carbonique; ou, pour rester dans la stricte interprétation des faits, qu'il n'y a pas eu, à l'obscurité, d'oxygène ajouté au mélange gazeux. On comprend, en effet, que si l'oxygène résultant de la dissociation de l'acide carbonique restait engagé dans la cellule végétale, s'il ne se mêlait pas à l'atmosphère ambiante, la décomposition de l'acide carbonique par la feuille passerait inaperçue, malgré la présence du phosphore.

Les feuilles décomposent-elles du gaz acide carbonique à une lumière diffuse très-affaiblie?

D'après de Saussure : « Dans des appareils exposés à l'ombre, la plus petite dose d'acide carbonique ajoutée à l'air commun est nuisible à la végétation. Des plantes sont mortes, dès le sixième jour, dans une atmosphère contenant le quart de son volume de gaz acide carbonique; elles se sont soutenues à la même exposi-

tion pendant dix jours dans une atmosphèr dont l'acide carbonique occupait la douzième partie. »

Ces résultats sont d'autant plus singuliers, qu'à la lumière diffuse les feuilles isolées décomposent activement le gaz acide carbonique mêlé à leur atmosphère dans une proportion atteignant et dépassant même un tiers. J'ai placé fréquemment des appareils au nord d'un grand bâtiment et là, par un ciel sans nuage, le volume du gaz oxygène provenant de l'acide carbonique décomposé ne différait pas notablement de celui que l'on obtenait au soleil.

Les plantes fonctionnent à la lumière diffuse, cela est incontestable. Les forêts équatoriales sont impénétrables aux rayons directs du soleil ; il y règne un demi-jour qui ne permet pas toujours de lire sans difficulté des caractères tracés au crayon, et néanmoins ces voûtes de verdure abritent une végétation exubérante dont les feuilles, développées sous l'influence d'une température de 25 à 30 degrés, offrent des teintes du plus beau vert. Au reste, en Europe, pendant l'été, sous un massif d'arbres séculaires, il est facile de s'assurer que les feuilles, pour la plus grande partie, fonctionnent à l'ombre.

Les observations contenues dans mon Mémoire établissent, en effet, que la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles s'accomplit encore alors que la lumière qui la provoque est considérablement affaiblie. Cependant il y a une limite à la décomposition avant que l'obscurité soit complète. Cette limite, je l'ai fixée, en installant mes appareils dans un fourré où la lumière s'éteignait graduellement.

J'ai été ainsi naturellement conduit à rechercher si une feuille décomposerait l'acide carbonique pendant le crépuscule.

A la fin d'une belle et chaude journée, une feuille de Laurier-rose fut introduite dans un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène. J'avais calculé l'heure précise du coucher du soleil. L'appareil a été exposé jusqu'à la nuit close. La température de l'air était de 24 degrés.

La feuille ayant été retirée, on a passsé sous la cloche un cylindre de phosphore qui est resté obscur. Ainsi, pendant le cré-

puscule, une feuille de Laurier-rose n'a pas décomposé d'acide carbonique.

Les feuilles décomposent-elles le gaz acide carbonique à de basses températures?

Voici les résultats des expériences, dont les détails sont consignés dans mon Mémoire :

A l'ombre, il y a eu de l'acide carbonique décomposé :

Par les aiguilles du Pin laricio, à la température de + 0°,5 à 2°,5.
Par l'herbe de la prairie (graminée) — + 1°,5 à 3°,5.

Les feuilles naissantes sont-elles douées de la faculté de décomposer à la lumière le gaz acide carbonique?

Si l'on expose au soleil, dans de l'eau chargée d'acide carbonique, des cotylédons, des feuilles séminales, des feuilles à peine colorées, on ne remarque pas le moindre dégagement de gaz oxygène. En s'en tenant à ce mode d'observation, on conclurait qu'il n'y a pas dissociation de l'acide. Une telle conclusion pourrait être prématurée, par cette raison que l'immersion ne permet pas de recueillir quelques bulles de gaz oxygène dégagées au sein d'une masse liquide assez volumineuse pour les dissoudre ou pour favoriser, par cette dissolution même, leur absorption par le parenchyme des feuilles immergées. J'ai d'ailleurs reconnu que, des feuilles adultes fortement colorées, on ne retire jamais autant d'oxygène quand elles sont placées dans de l'eau chargée d'acide carbonique, que lorsqu'elles fonctionnent dans un milieu gazeux. Est-ce parce que la lumière s'éteint en partie en traversant le liquide, ou bien est-ce parce que la feuille immergée n'acquiert pas une température aussi élevée que celle placée sous une cloche pleine de gaz?

D'ailleurs, recueillerait-on plusieurs bulles de gaz renfermant de l'oxygène, comme l'a reconnu Ingenhousz, qu'on aurait à se demander si cet oxygène n'appartenait pas à l'air atmosphérique dissous dans l'eau et qu'un courant d'acide carbonique ne déplace pas entièrement. Sennebier a vu que les feuilles plongées dans l'eau donnent de l'air à toutes les époques de leur vie, mais que les feuilles séminales des haricots, les feuilles jeunes

dont la couleur tire sur le jaune en dégagent très-peu (1); Sennebier s'est borné à signaler un dégagement de gaz sans constater, dans ce gaz, la présence de l'oxygène.

D'après des expériences nombreuses, les feuilles séminales, les feuilles naissantes d'une teinte répondant au jaune vert 1 rabattu à $\frac{1}{10}$ de noir des cercles chromatiques de M. Chevreul, décomposeraient du gaz acide carbonique, tout en continuant à former avec le carbone qui entre dans leur constitution un certain volume du même gaz; cette dernière fonction empêcherait l'oxygène mis en liberté de s'accumuler dans l'atmosphère confinée.

Les feuilles venues dans l'obscurité décomposent-elles immédiatement l'acide carbonique lorsqu'elles sont placées à la lumière?

Les résultats obtenus avec des feuilles naissantes ayant à peine une nuance verte conduisaient à rechercher si des feuilles absolument dépourvues de chlorophylle, parce qu'elles se sont développées dans un lieu obscur, dissocient l'acide carbonique.

J'ai montré, dans un travail spécial, que la durée de l'existence d'une plante venue à l'obscurité est subordonnée au poids des matières nutritives qui entourent l'embryon dans la graine; ces feuilles en l'absence de la lumière ne fonctionnent pas comme appareils réducteurs; constamment elles émettent de l'acide carbonique; c'est une véritable combustion respiratoire accompagnée d'un dégagement de chaleur. La plante se comporte alors comme un animal d'un ordre inférieur. Lorsque ces feuilles étiolées sont placées à la lumière dans de l'air atmosphérique, elles continuent d'abord à produire du gaz acide carbonique, mais bientôt elles prennent une teinte de vert dont l'intensité augmente graduellement; une fois colorées, elles fonctionnent comme les feuilles développées dans les conditions normales.

La matière colorante, la chlorophylle, enveloppe les granules établis dans les cellules. Celle qui apparaît dans la circonstance que je viens d'indiquer est-elle l'effet ou la cause de la décomposition de l'acide carbonique? Il est bien vrai qu'une feuille

(1) Sennebier, *Mémoire physicochimique*, t. I, p. 109.

non colorée, telle qu'elle sort de la chambre noire, prend assez vite une nuance verte lorsqu'elle est au soleil, dans de l'air atmosphérique pur. Est-il permis d'en tirer cette conséquence, que l'acide carbonique n'intervient pas dans la coloration? Nullement, car le premier acte de la feuille incolore en présence de l'oxygène est de former de l'acide carbonique. Pour résoudre la question, il semble qu'il n'y aurait qu'à placer dans du gaz hydrogène, dans du gaz azote, la feuille née dans l'obscurité : dans l'un et l'autre de ces gaz, la coloration verte se manifeste à la lumière, faiblement sans doute, et encore ici l'acide carbonique peut fort bien intervenir, par cette raison, qu'une plante venue dans un lieu obscur renferme toujours une très-forte proportion d'eau saturée de ce gaz; ainsi du gaz hydrogène pur dans lequel on met une feuille étiolée contient bientôt de l'acide carbonique.

Voici d'abord ce que j'ai observé relativement à la coloration des feuilles de Maïs appartenant à des plants venus dans l'obscurité.

I. Le 31 juillet 1868, dans la chambre noire, on fit germer des graines sur du papier imbibé d'eau distillée.

Le 15 août, les feuilles avaient une longueur de 25 à 30 centimètres; 1 centimètre au point le plus large. Leur teinte, comparée aux cercles chromatiques de M. Chevreul, était : jaune 1 non rabattu.

Les plants furent placés, à midi, à la lumière diffuse dans une pièce ayant une fenêtre au sud.

Le 16 août au matin, l'apparition de la nuance verte était évidente et plus prononcée vers la base que vers le sommet des feuilles.

Le 18 août, la coloration avait fait des progrès; on eut pour la teinte de la partie inférieure d'une feuille : vert jaune 2 non rabattu.

Il n'y avait pas de différence appréciable de teinte entre la coloration de l'endroit et de l'envers de la feuille.

Le 22 août, toutes les feuilles possédaient une assez belle

nuance verte. Sur les deux faces : jaune vert 2 rabattu à $\frac{1}{0}$ de noir.

Cette coloration, ou si l'on veut l'apparition d'une notable quantité de chlorophylle, avait eu lieu, à la lumière diffuse, en six à sept jours, la température s'étant maintenue entre 22 et 26 degrés.

Il restait à rechercher quelle serait la nuance de vert à laquelle la feuille commencerait à décomposer le gaz acide carbonique.

Voici les résultats constatés.

La teinte des feuilles étant jaune 1 non rabattu, il n'y a pas eu décomposition d'acide carbonique;

La teinte des feuilles étant devenue jaune-vert 1 non rabattu, il y a eu un faible indice de la décomposition de l'acide carbonique.

En conclurai-je qu'au-dessous de cette teinte, c'est-à-dire plus vers le jaune, ces feuilles n'opèrent pas cette décomposition ? Je conclurai tout le contraire. En effet, je crois qu'aussitôt qu'il y a présence de chlorophylle, quelque minime qu'en soit la proportion (et elle ne paraît exister dans l'organisme végétal qu'en quantité impondérable), la feuille, aussi faiblement colorée qu'on la suppose, possède la faculté décomposante. Je fonde mon opinion sur ce fait incontestable, que, si une plante dans l'obscurité, dans un sol absolument stérile, dépourvu de toute substance saline, diminue constamment de poids, son poids augmente certainement aussitôt qu'elle est placée à la lumière. Or une feuille n'augmente de poids qu'en fixant du carbone et les éléments de l'eau, et la fixation du carbone implique nécessairement la décomposition de l'acide carbonique.

Mais pour rester dans les limites tracées par l'observation en ce qui concerne le Maïs, cette décomposition ne devient manifeste qu'alors que la feuille a pris la teinte jaune vert 1 non rabattu.

Il semble ressortir de ces expériences que la décomposition de l'acide carbonique commence à la lumière, aussitôt après la création de la chlorophylle, bien qu'elle ne soit perceptible que

si la feuille possède une nuance verte assez prononcée, ou, si l'on veut, alors que l'oxygène, dont la présence est la preuve de la dissociation de l'acide carbonique, n'est plus fixé au fur et à mesure de son apparition par cette partie de l'organisme qui, dans les feuilles nouvelles, fonctionne à la lumière comme elle fonctionne à l'obscurité.

La décomposition de l'acide carbonique par une feuille, commencée au soleil, s'arrête-t-elle aussitôt que la feuille est soustraite à l'action de la lumière?

M. Van Tieghem a constaté un fait curieux, c'est que cette décomposition opérée au soleil par une plante aquatique continue dans l'obscurité pendant un certain temps.

Ainsi, le 11 juin, une branche du *Ceratophyllum demersum* submergée dans de l'eau chargée d'acide carbonique, ayant été exposée au soleil à huit heures, il y eut un dégagement très-actif d'oxygène; à huit heures quarante-cinq minutes la branche fut portée dans un lieu obscur; elle continua à émettre du gaz :

A 9 heures	le dégagement était de	200	bulles par minute.
A 9h 30m	—	125	—
A 10 heures	—	75	—
A 11 heures	—	25	—

A onze heures quarante-cinq minutes le dégagement était encore de 2 à 3 bulles par minute ; ce n'est qu'après trois heures passées à l'obscurité que l'effet produit par l'insolation fut épuisé (1). D'après mes observations, une feuille isolée fonctionnant dans un milieu gazeux se comporterait autrement qu'une plante aquatique.

J'ai fait voir que dans une atmosphère contenant de l'acide carbonique, une feuille produit instantanément du gaz oxygène dès qu'elle est éclairée par le soleil. Il s'agissait de savoir si cette production d'oxygène cesserait instantanément quand la feuille passerait subitement de la lumière à l'obscurité.

I. Le 27 août 1868, dans un mélange formé de 28 centimètres cubes d'acide carbonique, de 86 centimètres cubes d'hy-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXV, p. 867, et *Ann. sc. nat.*, 5e série vol. IX, p. 269.

drogène, on mit une feuille de Laurier-rose ayant 70 centimètres carrés ; puis, à côté, parallèlement à la nervure principale, et à 5 millimètres de distance, un cylindre de phosphore soutenu par un fil de platine (hauteur du cylindre, 9 centimètres ; diamètre, 5 millimètres).

L'appareil monté dans la chambre noire fut porté au soleil à une heure. Aussitôt il y eut apparition de vapeurs blanches indiquant une rapide décomposition de l'acide carbonique. La température à l'ombre était 24 degrés.

Dix minutes après l'exposition, l'appareil fut porté dans la chambre noire où un observateur avait été enfermé pour que sa vue pût acquérir une sensibilité qui lui permît d'apercevoir la plus faible lueur.

Un autre observateur, muni d'un chronomètre, se tenait en dehors de la chambre pour lire les secondes à haute voix. Le transport de l'appareil de la lumière à l'obscurité s'effectuait en un instant.

Voici le résultat de la première observation.

Dans la chambre noire, le cylindre de phosphore était lumineux sur toute sa surface. La phosphorescence s'affaiblit graduellement ; elle cessa quand on eut compté quarante-six secondes.

Fallait-il en déduire que la décomposition de l'acide carbonique commencée au soleil avait persisté encore pendant quarante-six secondes dans l'obscurité ? Non, car la durée de la phosphorescence pouvait provenir de ce que, après l'introduction de l'appareil dans la chambre noire, le phosphore n'avait pas fini d'absorber tout l'oxygène mis en liberté par la feuille durant son exposition au soleil. En d'autres termes, la surface de la feuille aurait émis à la lumière plus d'oxygène que la surface du phosphore avait pu en absorber. Ainsi qu'on va le voir, la phosphorescence ne se serait pas manifestée si la surface du phosphore eût été plus grande.

II. On fit une nouvelle expérience semblable à la précédente quant aux dispositions générales, avec cette différence que le

cylindre de phosphore placé parallèlement à la nervure de la même feuille avait de plus grandes dimensions.

Longueur.....	24,0 centimètres.
Diamètre...........................	1,2 centimètre cube.

Lorsque, au soleil, la décomposition de l'acide carbonique fut très-active, on porta l'appareil dans la chambre noire : on n'aperçut pas la moindre lueur.

L'appareil ayant été replacé au soleil, le phosphore répandit immédiatement des vapeurs, signe de sa combustion lente ; ces vapeurs disparurent dans l'obscurité.

En plaçant ainsi alternativement l'appareil à une vive lumière et dans une obscurité absolue, on acquérait la preuve que l'extinction de la phosphorescence dans la chambre noire n'était pas due à un état morbide de la feuille, mais réellement à ce qu'une fois soustraite à la lumière, elle cessait d'émettre de l'oxygène. Une dernière observation montrera que, malgré la présence du phosphore, cette feuille conservait sa faculté de décomposer l'acide carbonique, en même temps qu'elle corroborera l'explication donnée à l'occasion de la première expérience, à savoir : que la continuation de la combustion lente dans l'obscurité provient de l'insuffisance de la surface absorbante du phosphore relativement à la surface émissive de la feuille.

III. Le cylindre de phosphore placé à côté de la feuille avait :

En longueur............................	1,0 centimètre.
En diamètre............................	0,5 —

Après que l'appareil, d'abord exposé au soleil, eut passé dans la chambre noire, le cylindre montra une très-vive phosphorescence, qui, en diminuant peu à peu d'intensité, ne s'éteignit qu'au bout de quatre-vingt-dix secondes : le phosphore avait continué à briller avec le concours du gaz oxygène qu'il n'avait pas fixé pendant l'exposition au soleil, à cause du peu de surface qu'il offrait à l'atmosphère confinée sous la cloche.

En réalité, quand la combustion lente du phosphore provoquée par la présence d'une feuille exposée au soleil persiste pendant quelques instants à l'obscurité, c'est à l'aide de l'oxygène élaboré sous l'influence de la lumière. L'action physiologique est terminée, l'action purement chimique continue.

Dans ces expériences, la phosphorescence dans l'obscurité, après le fonctionnement de la même feuille de Laurier-rose au soleil, a duré d'autant plus que la surface absorbante du phosphore était moindre. Ainsi, la superficie de la feuille étant, comme je l'ai dit de 70 centimètres carrés, on a eu :

	Durée de la phosporescence dans l'obscurité.	Surface du cylindre de phosphore.
		cq
I	40″	14,1
II	0	90,5
III	90	1,6

Je crois donc être en droit de conclure que la décomposition du gaz acide carbonique par la feuille de Laurier-rose exposée à la lumière cesse instantanément dans l'obscurité.

REMARQUES

SUR

LA POSITION DES TRACHÉES DANS LES FOUGÈRES,

Par M. A. TRECUL (1).

Jusqu'en 1859 on ignora l'existence des trachées dans les Fougères. C'est à M. Bert que l'on en doit l'indication. Il les observa dans de très-jeunes frondes, et elles lui ont semblé occuper le plus souvent les parties centrales du faisceau (l'*Institut*, t. XXVII, p. 267) (2). Au contraire, M. Van Tieghem (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 151) affirme que, dans tous les végétaux acrogènes, les faisceaux ont la même composition, la même symétrie, la même orientation. Le 1er mars je présentai à l'Académie quelques observations qui ne concordent pas avec ces deux assertions. J'ai signalé, en même temps que des faisceaux qui, chez les Fougères, offrent des trachées sur leur face interne, d'autres faiscaux droits, qui ont leurs plus petits vaisseaux sur deux côtés opposés, et des faisceaux courbes, isolés ou réunis en X, ou en forme de T, qui en présentent vers leurs diverses extrémités, de quelque côté qu'elles soient tournées, etc.

N'ayant pu, dans cette communication, consacrer qu'une page à ce sujet intéressant, je viens aujourd'hui compléter ce que j'avais à en dire, et ajouter de nouveaux faits, qui feront mieux connaître la constitution et l'agencement des faisceaux dans les Fougères.

Que ces faisceaux simples ou associés soient à section transversale arrondie, elliptique, ovoïde, triangulaire, trapézoïdale, réniforme, oblongue ou sous la figure d'un ruban sinueux, etc., ils sont composés essentiellement d'un groupe vasculaire central

(1) Lu à l'Académie des sciences, le 21 juin 1869.

(2) M. Bergeron a signalé aussi des trachées dans les jeunes bulbilles de plusieurs Fougères (*Bulletin de la Société botanique de France*, 1860, p. 338).

et d'un tissu périphérique. Celui-ci, sans parler des cellules brunes et épaissies, diversement disposées, qui accompagnent souvent les faisceaux, présente trois parties. A la surface est une rangée de cellules étroites, oblongues, ordinairement comprimées, le plus souvent très-distinctes des tissus environnants. Au-dessous d'elle est une strate de cellules plus larges, composée d'une, de deux, ou, en quelques endroits déterminés, de trois et même de quatre rangées de cellules. Cette strate et la précédente rappellent, au pourtour du faisceau, l'aspect que l'épiderme présente à la surface des plantes en général. En dedans de cette enveloppe se trouve le tissu qui, dans les Phanérogames, a été nommé *tissu cribreux*, *tissu conducteur*, etc. Il est communément formé d'au moins deux sortes de cellules. Les unes sont étroites, oblongues, posées carrément ou plus ou moins obliquement les unes sur les autres ; mais en quelques endroits elles tendent à être remplacées par des cellules beaucoup plus longues, atténuées aux deux bouts et à parois très-épaissies, qui ne diffèrent pas des fibres du liber (pétiole de l'*Adiantum trapeziforme*, etc.). Les cellules les plus larges sont évidemment les équivalentes des cellules dites cribeuses, bien que je n'aie pas trouvé poreuses leurs parois transversales, ce qui, du reste, arrive fréquemment aussi dans les Pharénogames. Parmi elles il existe, dans le rhizome du *Pteris aquilina*, d'autres cellules larges, mais souvent aiguës aux deux bouts, qui sont garnies d'épaississements en bandelettes, dont la disposition est très-irrégulière. Les vaisseaux proprement dits, entourés par ce tissu, sont rayés, ponctués ou réticulés. Ils sont rayés quand ils s'appliquent les uns contre les autres par de larges surfaces, et ponctués quand les lignes de contact sont plus étroites, ou quand ces vaisseaux sont contigus à des cellules grêles. Ces vaisseaux affectent des groupements très-divers que feront connaître les exemples suivants.

Dans l'*Angiopteris evecta*, les faisceaux du pétiole ont offert la figure et l'orientation qui se rapproche le plus de celle qui existe chez les Phanérogames. A la base d'un puissant pétiole, il y a jusqu'à cinq séries concentriques de faisceaux qui, tous, ont

leurs trachées placées sur le côté qui regarde le centre de l'organe. Le nombre des faisceaux et celui de leurs séries diminuent du bas au haut de la feuille. On obtient successivement 4, 3, 2 et une seule série circulaire de faisceaux, avec quelques-uns dans le centre, disposés suivant une ligne horizontale ou groupés irrégulièrement. Dans le dernier entre-nœud de la foliole composée terminale il n'y a que deux faisceaux réniformes, ayant leur face concave tournée l'une vers l'autre. Entre eux, tout à fait au centre, est une lacune à gomme (1).

Dans certaines Fougères, des faisceaux à structure et à orientation en quelque sorte normales, comme dans l'*Angiopteris*, existent aussi dans le pétiole, mais ils y sont alliés à des faisceaux de constitution particulière dont il va être question (*Blechnum brasiliense*, *occidentale*, *Lomaria Patersonii*, *Polystichum aculeatum*, *Lastrœa Filix-mas*, *cristata*, etc.).

Dans le pétiole de ces plantes, il y a de trois à dix-sept faisceaux (2) disposés suivant un arc plus ou moins profond, ou en carré s'il y en a quatre. A chaque extrémité de l'arc, vers la face interne ou supérieure du pétiole, est un faisceau muni d'un ou de deux crochets, ouverts en dedans, formés par les plus petits vaisseaux rayés ou ponctués. C'est dans ces crochets et vers leur base que se trouvent les vaisseaux annelés et les trachées. Tous les autres faisceaux, qui sont dorsaux par rapport aux précédents, ont leurs vaisseaux trachéens sur la face interne.

Les faisceaux à crochets varient d'aspect. Les plus simples ont un seul crochet, et il est sur le côté supérieur (*Polystichum*

(1) On sait que de belles lacunes gommeuses, bordées de petites cellules pariétales spéciales ordinaires, sont éparses dans les tissus de cette plante. Il y a aussi de beaux tubes à tannin à contenu souvent orangé, dont on peut reconnaître la constitution cellulaire avec facilité, surtout dans le tissu fibreux périphérique. Il y a aussi des cellules spéciales à tannin, sur les deux faces du système vasculaire du pétiole de l'Osmonde. Ce sont, dans ce dernier cas, les cellules larges du tissu cribreux qui renferment ce principe immédiat, lequel, au reste, peut à certains âges imprégner en petite quantité tous les tissus.

(2) Il en existe jusqu'à dix-sept à la base du pétiole du *Blechnum brasiliense*; trois dans les *Bl. occidentale*, *Lomaria Patersonii*; cinq dans les *Polystichum aculeatum*, *Lastrœa cristata*; sept dans le *L. Filix-mas*.

aculeatum, *Lastræa cristata*, *Filix-mas*). Il est assez court dans ces trois plantes, et c'est sous ce crochet et près de sa base, sur la face interne du faisceau, que sont les vaisseaux annelés et les trachées.

Dans le *Blechnum brasiliense*, le crochet des deux faisceaux latéraux est très-grand, et il recouvre à peu près tout le côté supérieur, sur lequel sont les trachées; mais dans cette plante, chacun de ces deux faisceaux possède un autre crochet, tout à fait rudimentaire, il est vrai, situé sur le côté opposé. Il y a, en effet, sur le côté tourné vers les faisceaux voisins un petit enfoncement dans lequel sont des vaisseaux annelés et des trachées, mais en plus petit nombre que sous le crochet principal.

Le *Blechnum occidentale* offre de même des trachées sur deux côtés opposés de ses deux faisceaux latéraux; mais dans cette espèce le crochet supérieur est lui-même peu développé. Il est représenté par une courbe assez courte, sur la face interne de laquelle sont les vaisseaux annelés et les trachées. Sur le côté opposé des mêmes faisceaux la courbe est plus réduite encore, et offre de même des vaisseaux annelés et trachéens.

Ces deux faisceaux à crochets, dans toutes les plantes qui les possèdent, se prolongent sur toute la longueur du pétiole proprement dit et du pétiole commun ou rachis. Il n'en est pas de même des faisceaux dorsaux qui disparaissent successivement du bas au haut de la feuille. Des dorsaux, le médian est le dernier qui subsiste avec les deux supérieurs, et il finit par s'unir à l'un d'eux ou aux deux à la fois. Il est à peine nécessaire d'ajouter que tous ces faisceaux sont reliés çà et là les uns aux autres dans toute la longueur de l'organe.

Les deux faisceaux à crochets sont donc ceux qui persistent le plus longtemps; mais, vers le sommet de la feuille, ou souvent aussi assez bas sur le pétiole à une hauteur qui varie suivant les espèces, ils se fusionnent eux-mêmes par leurs côtés dorsaux, par leurs crochets postérieurs, opposés aux crochets principaux.

Les *Gymnogramme chrysophylla* et *calomelanos* ont quatre faisceaux à la base du pétiole: deux internes ou supérieurs,

larges, munis de crochets, et deux externes beaucoup plus petits, dont chacun est opposé au côté dorsal des deux précédents. En faisant des coupes de plus en plus haut, on voit d'abord chacun de ces deux petits faisceaux dorsaux se rapprocher du principal correspondant, et s'ajouter à son crochet dorsal rudimentaire, qui est ainsi considérablement accru. Il ne subsiste plus alors que deux faisceaux, ayant chacun deux beaux crochets. Un peu plus haut dans le pétiole, les côtés dorsaux de ces deux faisceaux se rapprochent, s'unissent par les extrémités de leurs crochets, et donnent lieu à une sorte d'U, dont chaque branche est terminée par son crochet.

Il est quantité de Fougères dont le pétiole ne possède, vers la base, que les deux faisceaux à crochets qui viennent d'être décrits (*Athyrium Filix-fœmina*, *Adiantum trapeziforme*, *Lastræa thelypteris*, *Diplazium striatum*, *Pteris serrulata*, *cretica*, *umbrosa*, etc.). Alors le crochet du côté dorsal est ordinairement plus développé que dans les plantes nommées précédemment. Et, quand un peu plus haut ces faisceaux viennent à s'unir, c'est aussi par l'extrémité de leurs crochets dorsaux qu'ils le font. De leur union résulte la figure d'un V ou d'un U, analogue à celui qui vient d'être signalé dans les *Gymnogramme*.

M. Duval-Jouve, qui ne mentionne ni ces crochets, ni les trachées qu'ils recèlent, avait signalé cette union en gouttière de deux faisceaux dans le genre *Athyrium*. (*Bull. Soc. bot. Fr.*, t. V, p. 567.)

Les *Pteris serrulata*, *cretica* et *umbrosa*, qui offrent ces deux faisceaux à leur base, nous donnent un premier type pour ce genre. Les *Pteris elata* Ag., *arguta*, *leptophylla*, *longifolia* et *semipinnata* en fournissent un autre. Dans les *P. serrulata*, *cretica* et *umbrosa*, la gouttière de la partie supérieure du pétiole est formée, ai-je dit, par la fusion latérale des deux faisceaux qui existent à la partie inférieure de l'organe. Dans les autres espèces désignées ici, ces deux faisceaux libres n'existent pas. Le système vasculaire du pétiole forme gouttière dès la base de celui-ci. Dans le *P. elata* Ag. la coupe transversale de la bandelette vasculaire est plus sinueuse. Au lieu d'avoir la figure d'un V

ou d'un U, elle représente une sorte de vase à panse large et à col étroit, un peu évasé à l'ouverture.

Dans ces divers *Pteris* et dans l'*Osmunda regalis*, chaque branche de l'U, ou de la courbe vasculaire, est terminée aussi par un crochet fort ou faible (1). Mais, il y a en outre, sur plusieurs points de la face interne de la bandelette vasculaire, des petits groupes de vaisseaux annelés et de trachées, tantôt à la surface même de la bandelette, tantôt dans de petits enfoncements creusés entre les vaisseaux rayés qui la constituent. Dans quelques cas, j'ai vu de ces petits groupes trachéens sur quelques points de la face externe de ce système vasculaire.

Le *Pteris longifolia* m'a donné l'explication de ce fait. Du bas au haut de la feuille, la dimension de l'U ou de la gouttière vasculaire diminue graduellement, et en même temps le nombre des groupes trachéens décroît aussi. Il en est de même dans toutes les plantes où les vaisseaux ont une disposition analogue. Quand ces groupes trachéens du *P. longifolia*, situés dans un enfoncement de la face interne de la gouttière, vont s'effacer, les gros vaisseaux rayés placés près de l'ouverture de l'enfoncement se rapprochent, ferment cette ouverture; et, comme les trachées n'ont derrière elles que de tout petits vaisseaux rayés ou ponctués, elles se trouvent alors dans une cavité qui semble siéger à la face externe de la bandelette vasculaire, d'où, au reste, elles ne tardent pas à disparaître avec les autres petits vaisseaux qui les accompagnent. Bientôt aussi, il n'y a plus trace de la cavité qui les contenait.

D'autres *Pteris* présentent un troisième type de structure, auquel se rattachent les *Cheilanthes lendigera* et *microphylla*. Ce sont les *Pteris* dont M. J. Smith a fait les *Doryopteris sagittifolia* et *pedata*. Le *Pteris aquilina* nous donnera un quatrième type.

Dans le *Doryopteris sagittifolia* et dans le *Cheilantes micro-*

(1) Je crois devoir faire remarquer que, dans l'*Osmunda regalis*, la bandelette vasculaire ne forme qu'un arc sans crochets à la base du pétiole, et que, plus haut, cette bandelette, en s'élargissant, contourne ses bords en crochets, qui toutefois ne sont pas formés de vaisseaux plus petits que les autres, contrairement à ce qui a lieu pour les crochets des autres plantes citées.

phylla (les seules plantes de ce type dont j'ai eu des rhizomes à ma disposition), les vaisseaux du pétiole se séparent de ceux de la tige sous la forme d'un arc ou d'une gouttière, mais bientôt l'arc ou la gouttière se fend par le dos en deux faisceaux assez larges divergents vers la face supérieure du pétiole (1). Près ou au milieu de la fente dorsale qui sépare les deux faisceaux, est un tout petit groupe vasculaire, composé de trachées, de vaisseaux annelés et rayés fort grêles. Un peu plus haut les deux faisceaux principaux se rapprochent de nouveau par leur côté dorsal ; les vaisseaux rayés de cette partie s'accolent et formen la fente qui les séparait, laissant en arrière le petit groupe trachéen.

Dans le *Pteris pedata*, le fond de la gouttière ainsi produite n'a que trois ou quatre vaisseaux en épaisseur; il est un peu plus épais dans le *Doryopteris sagittifolia*. Dans les *Cheilanthes microphylla* et *lendigera*, les faisceaux se soudant sur une plus grande largeur, on a l'image d'une sorte d'Y à tige courte.

Les *Asplenium Adiantum-nigrum*, *caudatum*, *laserpitiifolium*, *Cœnopteris fœnicula*, *Ceterach officinarum*, *Scolopendrium officinale*, etc., offrent une autre disposition des faisceaux vasculaires. Le pétiole de ces plantes possède à la base deux faisceaux à section transversale elliptique ou arquée, mais dont chaque groupe vasculaire est toujours arqué. Ces faisceaux se rapprochant vers le haut du pétiole, les arcs vasculaires s'unissent par le milieu de la convexité, et donnent lieu à un X, dont chaque branche a son extrémité formée par des vaisseaux plus petits que les autres. Sur la face interne de chacune de ces extrémités sont aussi des vaisseaux annelés et des trachées (*Asplenium Adiantum-nigrum*, *caudatum*, *Cœnopteris fœnicula*). Il y en a ordinairement trois ou quatre petits groupes près de l'extrémité des deux branches supérieures. Sur les deux branches dorsales de l'X de l'*Asplenium laserpitiifolium*, les trachées sont dans

(1) Le même phénomène est offert par la base du pétiole de l'*Athyrium Filix-fœmina*, qui appartient à un type voisin décrit plus haut.

un assez beau crochet, qui est beaucoup plus faible dans l'*A. Adiantum-nigrum* et nul ou plus difficile à apercevoir dans d'autres espèces.

En montant dans le rachis, les branches dorsales de l'X se raccourcissent et disparaissent, produisant ainsi des figures un peu différentes suivant les espèces. Dans le *Cænopteris fœnicula* on obtient, à une certaine hauteur, un T assez bien conformé, dont la tige disparaît vers le sommet de la feuille. Il ne reste à la fin que les branches horizontales du T très-réduites sur le côté supérieur desquelles sont les trachées.

Les *Nephrolepis* que j'ai étudiés donnent des figures analogues mais à des hauteurs très-variables sur le rachis ou pétiole commun, suivant les espèces. La plante que j'ai citée dans ma communication du 1er mars, comme offrant un T vasculaire muni de trachées vers l'extrémité de ses trois branches, appartient vraisemblablement à ce genre. Je ne l'ai pas nommée parce qu'elle n'a pas encore fructifié au Muséum. Mais j'ai pu examiner plusieurs autres espèces, dont les feuilles ont fourni les résultats suivants.

A la base du pétiole, les faisceaux varient de trois à sept (1), et ils sont de deux sortes. Les deux voisins de la face supérieure, plus ou moins renflés dans leur partie moyenne, ou sont les plus gros vaisseaux, sont courbés en arc ou en croissant irrégulier, ayant la concavité tournée vers les côtés du pétiole. Ils ont des vaisseaux annelés et des trachées aux deux extrémités, sur le côté interne de la partie composée des plus petits vaisseaux rayés. Les faisceaux dorsaux, de figure à peu près normale, ont ordinairement leurs trachées sur la face interne. Néanmoins on les trouve parfois rejetés vers les côtés. Dans le faisceau dorsal médian du *Nephrolepis platyotis* les trachées sont ainsi réunies avec les plus petits vaisseaux rayés aux deux côtés qui regardent les faisceaux voisins.

Tous les faisceaux dorsaux, reliés çà et là les uns aux autres

(1) J'en ai vu trois dans les *Nephrolepis exaltata, tuberosa, neglecta*; quatre dans le *N. davillioides*, sept dans le *N. platyotis*.

et avec les deux principaux, disparaissent successivement de bas en haut, en s'affaiblissant et en unissant leur extrémité atténuée au faisceau le plus proche. Mais la disparition du dernier dorsal ne s'effectue pas toujours de la même manière. Tantôt ce faisceau s'est uni au côté voisin de l'un des deux faisceaux arqués, avant que ceux-ci se soient accolés (*N. tuberosa*); tantôt ces faisceaux arqués se sont d'abord réunis, et le faisceau dorsal ne s'y est adjoint qu'après leur fusion, après la formation du T, à la base duquel s'ajoutent les vaisseaux du faisceau dorsal (*N. neglecta*, *exaltata*, *davillioides*).

Le T ainsi produit est assez régulièrement figuré dans les espèces nommées ici (le *N. platyotis* excepté), parce que la branche supérieure des faisceaux en croissant, plus longue que la dorsale ou inférieure, est presque horizontale, étant seulement un peu infléchie, et parce que l'union des deux faisceaux par leur convexité s'y poursuit plus en arrière que dans les *Asplenium* et les genres du même type. La partie principale des deux faisceaux s'y unit plus complétement, et les extrémités ou cornes dorsales des croissants, libres encore sur un certain espace, ne tardent pas à se rapprocher et à compléter inférieurement la tige du T.

Ces *Nephrolepis* (*N. platyotis*, *neglecta*) produisent des stolons à structure radiciforme, ayant au centre les plus gros vaisseaux, mêlés à des cellules étroites, et, à la périphérie, de quatre à huit groupes de petits vaisseaux rayés, annelés et trachéens. Par-dessus ce système vasculaire est le tissu dit *cribreux*, limité lui-même extérieurement par les deux strates de cellules que, plus haut, j'ai comparées, pour l'aspect, à certains épidermes de Phanérogames. Le tout est recouvert par le parenchyme, dont les cellules les plus internes se modifient et noircissent en s'épaississant (*N. platyotis*).

Dans ma communication du 21 juin, après avoir décrit trois types de structure pour les *Pteris*, j'ai ajouté que le *Pt. aquilina* en donne un quatrième (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1442). C'est de cette plante que je désire entretenir l'Académie. Son

organisation, qui offre un exemple de la combinaison et en quelque sorte l'exagération de tous les faits anatomiques principaux que j'ai signalés dans les Fougères, a frappé de bonne heure, puisque c'est à la disposition des faisceaux de son pétiole que cette plante doit son nom spécifique.

Son rhizome traçant, un peu comprimé, possède de chaque côté une ligne fauve, un peu saillante, à laquelle correspondent les insertions des frondes (ou celles des rameaux) qui sont distiques par conséquent. Chaque fronde est très-souvent accompagnée à sa base d'un rameau rudimentaire, à l'aisselle duquel elle est insérée, et qui la porte quand il est plus développé.

Une coupe transversale du rhizome montre de l'extérieur à l'intérieur : 1° une couche de cellules brunes interrompue vis-à-vis des lignes latérales fauves superficielles ; 2° un parenchyme dont les cellules contiennent à la fois de la gomme et des grains amylacés de formes très-irrégulières, et au milieu duquel sont épars des petits groupes de cellules fibreuses brunes à parois épaisses et poreuses; 3° une série circulaire de sept à douze faisceaux inégaux, dont le supérieur est de beaucoup le plus large; 4° une zone fibreuse brune, composée de cellules à parois épaisses, stratifiées et poreuses, laquelle est fermée de toutes parts à certaines places, ou bien ouverte sur les deux côtés, ou plus souvent sur un seul, ordinairement au-dessous de l'insertion de chaque feuille; 5° deux larges faisceaux centraux, disposés sur des plans horizontaux parallèlement au faisceau supérieur. L'inférieur des deux faisceaux centraux est souvent divisé en deux ou trois.

Ces deux faisceaux sont accompagnés *sur leur face interne*, qui coïncide avec la région centrale de la tige, et cela est fort remarquable, d'une couche ou de petits groupes de cellules brunes, semblables à celles qui, sur les faisceaux externes, occupent à l'extérieur à peu près la même place que les vraies fibres du liber dans les Phanérogames (1).

(1) Suivant M. Lestiboudois (*Comptes rendus*, 1854, t. XXXIX, p. 989), le rhizome a « deux cercles vasculaires, séparés par un anneau de tissu noir. Le cercle extérieur est formé de nombreux faisceaux, presque tous arrondis, quelques-uns élar-

Ce rhizome est donc bien différent de celui des *Pteris serrulata*, *sagittifolia*, et autres tiges de Fougères (*Athyrium Filix-fœmina*, *Phymatodes vulgaris*, *Polypodium aureum*, *Blechnum brasiliense*, etc.), qui n'ont que des faisceaux anastomosés entre eux autour d'un centre cellulaire.

La constitution des faisceaux du rhizome du *Pteris aquilina* est aussi fort remarquable. Chacun d'eux, s'il est étroit, a des trachées et des vaisseaux annelés dans sa partie centrale ; s'il est large, comme le faisceau supérieur et les deux centraux, il en a sur deux ou trois points distants l'un de l'autre, environnés de toutes parts également par les vaisseaux rayés, auxquels se mêlent quelques cellules allongées. Quelquefois les vaisseaux rayés, qui sont en arrière, étant fort petits, les vaisseaux annelés et les trachées sont alors tout près du dos du faisceau. Dans quelques faisceaux assez rares, les vaisseaux trachéens et annelés sont placés dans un simple enfoncement étroit et profond.

Le reste de la constitution des faisceaux étant conforme à ce que j'ai dit de général dans mon travail précédent, je ne m'y arrêterai que pour ajouter que *tous ces faisceaux, larges ou grêles, ont ordinairement quelques vaisseaux rayés ou ponctués beaucoup plus petits que les autres, sur les côtés par lesquels ils s'anastomosent avec les voisins,* ainsi que je l'ai dit des faisceaux du *Phymatodes vulgaris*. Cela donne à leur section transversale une certaine ressemblance avec la coupe d'une racine.

Des anastomoses unissent çà et là les faisceaux externes, et ceux-ci sont reliés aux internes à travers les fentes de la couche fibreuse qui les sépare. Les deux larges faisceaux centraux superposés sont, par places, unis par leurs côtés, plus rarement par leur région moyenne.

De même que les faisceaux de la tige sur lesquels elles sont insérées, les racines adventives ont un groupe de petits vais-

gis, quelquefois marqués en dehors d'une ligne noire très-étroite. Les faisceaux centraux sont larges, au nombre de trois, dont deux sont souvent soudés..... Au centre est une ligne noire, quelquefois à peine visible, ne formant parfois qu'une légère trace au contact des faisceaux. » M. Lestiboudois, qui admet l'existence des trachées dans les Fougères (*loc. cit.*, p. 988), ne dit absolument rien de leur position, non-seulement en ce qui concerne le *Pteris aquilina*, mais toutes les plantes qu'il a citées.

seaux rayés à chaque extrémité du grand diamètre de leur corps vasculaire, lequel grand diamètre est parallèle à l'axe du faisceau qui porte la racine. Toutefois ces racines manquent du groupe central des trachées et des vaisseaux annelés, et par là la section transversale de leur système fibro-vasculaire diffère de celle d'un faisceau grêle de la tige. Mais en cela même elle se rapproche de la structure des faisceaux du rhizome de quelques autres Fougères (*Phymatodes vulgaris*, *Polypodium aureum*, etc.) (1), et, de plus, le tissu libérien dit *tissu cribreux* est réparti de la même manière sur les côtés du grand diamètre du groupe vasculaire de la racine et de chaque faisceau du rhizome. Dans l'un et dans l'autre organe, le corps fibro-vasculaire est enveloppé par la couche de cellules superficielles que j'ai décrite le 21 juin (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1438).

Le passage des faisceaux du rhizome au pétiole offre quelques modifications, suivant que la base de la fronde est accompagnée ou non du petit rameau rudimentaire mentionné plus haut. Quand le rameau est assez fort, c'est de lui que naît la fronde; quand il n'est que très-faible, sous la forme d'une courte protubérance, ses éléments fibro-vasculaires et ceux de la fronde émanent ensemble des faisceaux du rhizome; mais ceux de la fronde ou feuille sont AXILLAIRES par rapport à ceux du petit rameau.

Quand le pétiole est inséré immédiatement sur la tige, sans accompagnement du rameau rudimentaire, ses faisceaux tirent leur origine à la fois des faisceaux centraux et des faisceaux externes voisins de l'insertion (2).

(1) Dans le rhizome du *Polypodium aureum*, il y a assez souvent quelques autres petits vaisseaux rayés ou ponctués sur la face externe du groupe vasculaire, beaucoup plus rarement sur la face interne, mais ni trachées ni vaisseaux annelés. Au contraire, tous les faisceaux du pétiole sont pourvus de ces deux dernières espèces de vaisseaux, et dans les principaux faisceaux dorsaux ces trachées et ces vaisseaux annelés sont situés aux deux côtés du faisceau avec les plus petits vaisseaux rayés ou ponctués, comme il vient d'être dit, mais à la face interne de ceux-ci. J'ai signalé le même fait dans le faisceau dorsal médian du pétiole du *Nephrolepis platyotis* (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1443).

(2) C'est ce qu'avait déjà observé M. Lestiboudois, qui s'exprime ainsi (*loc. cit.*, p. 989 à 990) : « Près du point d'épanouissement on voit l'anneau noir s'ouvrir du

Le phénomène consiste, d'abord, dans la soudure des deux faisceaux du centre entre eux, un peu au-dessous de l'insertion de la feuille, et le plus souvent, mais non toujours, du côté de celle-ci; après s'être séparés de nouveau, ils s'élargissent et vont, l'un après l'autre, soit directement, soit par une de leurs divisions (car ils se partagent en cet endroit), se souder avec un ou les deux faisceaux externes les plus proches de la fente de la couche fibreuse brune qu'ils traversent en cet endroit. Un peu plus haut, la partie de ces faisceaux ainsi anastomosée s'isole de ceux qui restent au centre de la tige, et se partage en deux paires de faisceaux qui, sur la coupe transversale, figurent simultanément ou successivement par leur soudure deux courbes opposées par leur convexité. L'interne a sa concavité dirigée vers l'intérieur du rhizome, l'externe a la sienne tournée vers l'extérieur de celui-ci. Ces deux faisceaux courbes sont la première ébauche des deux cols de l'aigle à deux têtes. Alors la couche de tissu brun qui entoure l'ensemble de tous les faisceaux du centre, envoyant deux proéminences opposées entre ces deux courbes, y forme plus haut une cloison qui les sépare. Une semblable cloison se développe entre ces faisceaux du pétiole et ceux qui continuent de se prolonger dans le centre du rhizome.

En même temps, le large faisceau supérieur externe de la tige s'étend aussi en largeur; il émet latéralement un faisceau plus petit que lui, puis un second. Ces deux nouveaux faisceaux sont d'abord séparés des deux faisceaux courbes par la couche fibreuse brune qui, dans le rhizome, isole les faisceaux du centre des faisceaux externes; mais cette couche disparaissant au côté supérieur du pétiole, chacun de ces deux faisceaux externes se rapproche du bord supérieur de celui des deux faisceaux courbes qui lui est opposé. Il se soude ou non avec lui, et dès lors ces deux faisceaux nouvellement formés constituent la partie supérieure de l'aigle, dont les deux courbes représentent les cols.

côté correspondant à la feuille; les faisceaux centraux se divisent, ainsi que les branches de l'anneau ouvert, et la feuille emporte à la fois les faisceaux externes correspondants, les divisions des faisceaux centraux et la partie séparée de l'anneau noir. »

Tels ne sont pas tous les faisceaux du rhizome qui prennent part à la formation du pétiole. Il s'y ajoute encore des faisceaux de la face inférieure du rhizome, au nombre de deux ou trois, assez souvent deux seulement. Ces faisceaux inférieurs sont, vers la base du pétiole, séparés des faisceaux courbes par la couche de tissu brun initiale, qui était continue dans le principe avec celle du rhizome, mais dont elle s'est isolée, sans s'effacer comme elle l'a fait au côté supérieur du pétiole.

On a donc alors, dans la partie inférieure de celui-ci, au-dessous de cette bande horizontale, quelques faisceaux étroits, souvent seulement deux; au-dessus d'elle et séparés l'un de l'autre par la cloison verticale brune qui fait avec l'horizontale une sorte de T renversé, deux faisceaux courbés en sens inverse, surmontés chacun d'un faisceau plus petit qui fréquemment est soudé ou fusionné avec lui. Quelquefois aussi, assez souvent même, l'un des faisceaux courbes est décomposé en ses deux faisceaux élémentaires.

C'est de ces différents faisceaux que résultent, par des divisions successives, tous les autres faisceaux, qui sont en nombre d'autant plus grand (parfois plus de trente), que le pétiole est plus volumineux. Par la division du faisceau qui surmonte chaque faisceau courbe, en sont formés deux ou trois qui prolongent de chaque côté le col de l'aigle élégamment infléchi. Du côté inférieur de chaque faisceau courbe naissent aussi par division quelques faisceaux qui, contournant, à chaque extrémité de la bande de tissu brun horizontale, la supérieure des deux branches que cette bande y produit, vont constituer les ailes. Enfin les faisceaux de la face dorsale, se divisant de même, dessinent la partie inférieure de l'aigle.

Tous ces faisceaux s'anastomosent fréquemment avec leurs voisins immédiats, et aussi les inférieurs avec ceux de la base du col à travers la couche de tissu brun horizontale, qui, au reste, disparaît plus haut.

Quand on jette les yeux sur la coupe transversale des plus volumineux pétioles, la plupart de ces faisceaux semblent épars sans ordre bien apparent. Leur forme et leur dimension sont

aussi très-variées. Il y en a, en effet, à section transversale arrondie, elliptique, oblongue, réniforme et diversement sinueuse. Dans les uns, les petits vaisseaux, qui sont rayés, ponctués, annelés ou spiraux, sont à une extrémité et forment souvent un crochet (dans lequel sont les vaisseaux annelés et les trachées ou leurs débris); les gros vaisseaux sont à l'autre extrémité. Ailleurs il existe un tel crochet aux deux extrémités. D'autres faisceaux, ordinairement voisins du dos du pétiole, ont les vaisseaux disposés en cercle; les plus petits vaisseaux, près desquels sont les trachées et les vaisseaux annelés, forment la partie du cercle la plus rapprochée du dos. Les plus larges faisceaux, qui sont tournés vers la face supérieure du pétiole, ont deux, trois ou quatre petits groupes de vaisseaux annelés et de trachées sur leur côté interne.

L'orientation de ces faisceaux paraît aussi diverse que leur forme. En allant de la face supérieure au dos du pétiole, on observe d'abord des faisceaux qui ont le côté trachéen supère. Les faisceaux qui viennent après ont le côté trachéen tourné vers le dos du pétiole. Certains faisceaux latéraux ont les trachées regardant le centre de l'organe. Chez d'autres, elles sont tournées vers les côtés de celui-ci. Enfin, dans les faisceaux dorsaux, les trachées sont manifestement sur la face interne. Quelques-uns des plus petits faisceaux n'ont ni trachées ni vaisseaux annelés.

Quand on a étudié la disposition des faisceaux dans la feuille entière, on s'aperçoit que la confusion n'est pas aussi réelle qu'elle le paraît à certaines places; on reconnaît que tous ces faisceaux sont disposés suivant une ligne très-sinueuse, comparable à celle que présente le pétiole du *Pteris elata*, dont la section transversale de la bandelette vasculaire continue simule, ai-je dit, un vase à large panse. Eh bien, dans certaines parties du pétiole du *Pteris aquilina*, et quelquefois même où l'aigle héraldique est le mieux figurée, quand l'ordre n'a pas été troublé par des anastomoses des faisceaux dorsaux ou des ailes avec les supérieurs, on remarque qu'en partant d'une des têtes de l'aigle, et suivant de haut en bas le col, passant ensuite dans la courbe

représentant l'aile correspondante, d'où l'on arrive au sinus inférieur du même côté, on est conduit, à travers l'autre sinus inférieur, dans l'autre aile d'où l'on parvient au col et à la seconde tête de l'aigle. En parcourant cette ligne on trouve, et cela devient évident par ce qui suit, que le côté trachéen de tous les faisceaux correspond à la face interne *réelle* du système vasculaire, comme si tous les faisceaux étaient réunis en une bandelette continue.

Tout cela ne donnerait pourtant pas le droit de soutenir que cette plante ne s'éloigne qu'en apparence du type le plus commun des végétaux vasculaires; car la disposition des éléments des faisceaux, comme chez d'autres Fougères citées dans mon travail précédent, y est réellement très-différente de ce qu'elle est dans la plupart des Phanérogames, et d'ailleurs le rhizome, qui a deux larges faisceaux centraux, et dans tous les faisceaux duquel les trachées, occupant la partie centrale, sont entourées le plus souvent de toutes parts par les vaisseaux rayés, ne permet pas une assimilation avec la structure de la généralité des végétaux cotylédonés.

L'espace me manquant, je ne suivrai point les modifications que subit cette organisation dans tous les entre-nœuds du pétiole commun ou rachis. Je me contenterai de dire ici que le nombre des faisceaux diminue de bas en haut, et qu'à une certaine hauteur, ils sont réduits à six, que l'on peut regarder comme fondamentaux, car *dans les plantes les plus chétives*, dont les pétioles n'ont qu'environ 3 millimètres de diamètre dans leur plus grande épaisseur, les faisceaux sortis du rhizome donnent lieu à six faisceaux arrangés symétriquement, comme on les observe au reste dans les entre-nœuds moyens des pétioles les plus vigoureux, ainsi que dans les pétioles secondaires et tertiaires, qui ne sont pas trop affaiblis comme ils le sont vers le sommet.

Dans toute la longueur du pétiole commun, même où les faisceaux sont le plus nombreux, un œil exercé les reconnaît à la disposition de leurs éléments, que ces faisceaux soient indivis ou qu'ils soient partagés en faisceaux secondaires. Dans tous les

cas, ils ont la même position relative, représentée par l'arrangement des lettres

A *a*
B *b*
C *c*.

Excepté dans les deux faisceaux de la face interne (A*a*) des pétioles très-vigoureux, qui ont trois ou quatre groupes trachéens un peu distants, les six faisceaux ont généralement leurs gros vaisseaux à une extrémité, et les petits à l'autre. Ceux-ci forment souvent un crochet ou une simple courbe dans laquelle sont les vaisseaux annelés et les trachées, ou les débris de ces dernières. Toutefois, cette courbe ou crochet est fréquemment terminée par un vaisseau moins petit que les autres.

Ces faisceaux étant disposés par paires (A*a*, B*b*, C*c*), ceux de la même paire sont ordinairement symétriques de forme et de position, et leur côté trachéen est tourné en sens inverse de celui des faisceaux de la paire immédiatement voisine.

Où ces faisceaux sont isolés les uns des autres, ceux de la paire supérieure A*a*, un peu inclinés l'un par rapport à l'autre, convergent vers le centre du pétiole par leur extrémité formée de gros vaisseaux. Les faisceaux de la paire moyenne B*b*, placés presque perpendiculairement aux précédents, ont leurs gros vaisseaux à l'extrémité interne, dirigés vers les gros vaisseaux de la paire A*a*, et leurs petits vaisseaux formant crochet sont tournés vers les faces latérales du pétiole; l'ouverture du crochet et par conséquent leur côté trachéen, sont dirigés vers le dos. Les faisceaux de la paire dorsale C*c* ont l'ouverture de leur crochet tournée vers celle du crochet des faisceaux B*b*; cette ouverture et leur côté trachéen regardent donc la face supérieure du pétiole. Leur extrémité à gros vaisseaux est dirigée vers l'intérieur du pétiole, et quand ces deux faisceaux C*c* convergent l'un vers l'autre, ce qui est presque toujours le cas, c'est par cette extrémité que la convergence a lieu.

Il suit de là que lorsque ces faisceaux s'assemblent, ils le font par leurs côtés similaires. Si les deux faisceaux supérieurs A*a* s'unissent, c'est par leurs gros vaisseaux que la fusion est effec-

tuée. Il en est de même quand A s'associe à B, et *a* à *b*. Au contraire, quand les faisceaux de la paire moyenne B*b* s'allient à ceux de la paire dorsale C*c*, c'est-à-dire quand B s'ajoute à C et *b* à *c*, ils le font par leurs petits vaisseaux. Enfin les deux faisceaux dorsaux C*c* s'unissent par leurs gros vaisseaux.

Toutes ces soudures ne s'opèrent pas toujours en même temps. Très-souvent A est uni à B et *a* à *b*, C et *c* restant libres ou étant greffés par leurs gros vaisseaux. Ailleurs, A et *a* sont ou libres ou soudés, tandis que BC*cb* sont fusionnés latéralement. Parfois, A et *a* étant isolés, B est allié à C et *b* à *c*. Ou bien encore ABC forment un groupe, et *abc* un autre groupe. Enfin ABC*cba* sont fréquemment unis en une bandelette continue formant gouttière dans les parties supérieures des pétioles des divers ordres, où ils vont toutefois en s'affaiblissant et s'effaçant graduellement.

Ces groupements peuvent être dits réguliers. Il y en a d'autres sans symétrie ; mais dans tous les cas les faisceaux conservent leur position relative normale, qui est à peine légèrement troublée quand un des faisceaux, avant ou après l'émission d'un faisceau par une de ses deux extrémités, se trouve ou plus étroit ou plus large que son homologue (1).

Il me reste à dire comment s'effectue le passage des faisceaux du pétiole primaire aux pétioles secondaires, de ceux-ci aux tertiaires, et de ces derniers aux nervures médianes des lobes lamellaires.

Je ne pourrais, sans le secours de plusieurs figures, exposer avec détail ce qui a lieu au-dessous des branches inférieures de ceux des pétioles primaires dont les faisceaux sont nombreux. Je me bornerai à en résumer les principaux traits.

Le concours de faisceaux émis par le faisceau dorsal, par le faisceau moyen et par le faisceau supérieur d'un même côté du pétiole primaire est nécessaire à la formation du pétiole secon-

(1) Les associations de deux faisceaux par leurs gros vaisseaux pour former un faisceau composé ayant un crochet à chaque extrémité, nous enseignent que les faisceaux à deux crochets des *Pteris serrulata*, *cretica*, *umbrosa*, *Athyrium Filix-fœmina*, *Lastræa Thelypteris*, etc., etc., peuvent être aussi regardés comme composés de deux faisceaux, ce que m'avait déjà fait soupçonner la disposition de leurs trachées, et aussi la constitution des faisceaux à la base du pétiole du *Lastræa Thelypteris*, où deux faisceaux courbes paraissent réellement s'assembler par leurs gros vaisseaux.

daire. Un faisceau arqué, dont la concavité est supère, se sépare de l'extrémité antérieure du faisceau supérieur. Au dos de ce faisceau courbe vient s'ajouter un autre faisceau courbé en sens inverse, fourni par le faisceau moyen. Il en résulte l'apparence d'un *x* renversé (∞), quand on ne voit que la coupe transversale. Du côté externe de cet *x* se sont rapprochés deux ou trois faisceaux plus petits, émanés du faisceau moyen et du dorsal. Ce sont ces derniers faisceaux qui, après s'être anastomosés entre eux et avec les branches externes de l'*x*, constituent et les faisceaux moyens et les faisceaux dorsaux du pétiole secondaire. Les deux faisceaux supérieurs sont produits par l'*x* même, qui se divise en sens inverse de l'union de ses deux faisceaux constituants, en deux nouveaux faisceaux courbes, qui sont les faisceaux A*a* ou supérieurs du pétiole secondaire.

Les six faisceaux fondamentaux du pétiole de second ordre étant ainsi formés, ils donnent naissance, à leur tour, a des pétioles tertiaires. L'évolution des faisceaux se fait manifestement ici d'arrière en avant. Comme elle présente quelques modifications, j'indiquerai d'abord le cas le plus ordinaire.

Un peu au-dessous de chaque pétiole tertiaire, le crochet du faisceau dorsal C ou *c* correspondant s'allonge ; un fascicule s'en écarte et va s'ajouter à l'extrémité du crochet du faisceau moyen voisin B ou *b*, dont la profondeur est ainsi accrue. Un peu plus haut, ce crochet agrandi se contracte vers le milieu de sa longueur. Cette contraction croissant toujours, le fond du crochet a bientôt l'aspect d'un anneau incomplet qui se ferme tout à fait dans les coupes prises au-dessus. L'anneau ou cylindre cellulo-vasculaire ainsi produit s'éloigne peu à peu du fond du crochet refermé, et s'approche de l'extrémité du faisceau supérieur A ou *a*, qui, de son côté, s'est allongé dans sa partie antérieure composée de petits vaisseaux, s'est sectionné dans la région moyenne de celle-ci, et a formé un petit faisceau arqué dont la concavité est tournée vers la face supérieure du pétiole. C'est au dos de ce faisceau en arc que va s'adjoindre l'anneau qui vient d'être décrit. De cette union résulte une sorte de 8 très-ouvert par en haut. Telle est la figure de la section transversale du système fibro-vasculaire de la base du pétiole tertiaire.

Au-dessus de cette base, le col du 8 s'ouvre en sens contraire au mode d'union de l'arc vasculaire et de l'anneau qui l'ont formé, c'est-à-dire que l'arc se coupe en deux, que ses deux moitiés s'écartent et entraînent avec elles chacune le côté de l'anneau avec lequel elle est soudée. On a alors la figure d'un U à ouverture évasée sur la coupe transversale du pétiole tertiaire.

D'autres fois l'anneau vasculaire fourni par le fond du crochet de B ou *b* s'ouvre sur le côté dorsal. Dans ce cas, au lieu d'un 8 ouvert par en haut, on a un 8 ouvert par les deux bouts, ou mieux une sorte d'*x* renversé [$\asymp$] qui, se divisant un peu plus haut en sens inverse de l'union des deux faisceaux constituants, donne deux faisceaux courbes opposés par leur convexité][(1). Chacune de ces deux courbes peut se montrer plus haut composée des trois faisceaux fondamentaux avec leurs positions respectives

A *a*
B *b*
C *c*.

Mais ces six faisceaux peuvent aussi se grouper autrement. A et *a* étant libres, B est quelquefois uni à C et *b* à *c;* ou bien A et *a* étant soudés, BC*cb* forment un autre groupe ; ou encore A et *a*

(1) Voici deux modifications à la formation de ces rameaux du pétiole.

1° Dans quelques cas il ne se sépare du faisceau dorsal C ou *c* aucun faisceau qui aille s'ajouter au crochet de B ou *b*. C'est l'extrémité du crochet même de C ou *c* qui, s'allongeant sans s'isoler sous la forme de faisceau particulier, va se greffer au bord du crochet de B ou *b*. Le reste s'accomplit comme il vient d'être dit, c'est-à-dire qu'un anneau se forme au fond du crochet, s'écarte de celui-ci, etc.....

2° Dans quelques pétioles secondaires il se sépare du crochet du faisceau dorsal C ou *c* un petit faisceau, comme il a été dit précédemment; mais ce faisceau, au lieu de s'ajouter à l'extrémité du crochet de B ou *b*, va s'adosser, au-dessous de ce crochet, à la partie moyenne du faisceau B ou *b*, en s'y greffant par sa propre partie moyenne, de manière à laisser ses bords libres de chaque côté. De cette façon, quand les deux faisceaux ainsi soudés se coupent longitudinalement au point de jonction et en sens inverse de leur union, le fascicule ajouté forme d'une part un crochet à l'extrémité interne du segment qui se sépare de B ou *b*, et d'autre part reconstitue le crochet du faisceau B ou *b*. Le segment séparé du faisceau B ou *b* possède d'un côté le crochet normal de B ou *b* et de l'autre côté le crochet additionnel. C'est dans cet état qu'il va se souder par sa convexité à celle du croissant ou arc vasculaire émis par le faisceau supérieur A ou *a*. L'*x* produit se partage comme il a été dit.

étant isolés, BC*cb* sont associés. Plus haut encore tous ces faisceaux réunis reproduisent l'U évasé qui vient d'être mentionné, et qui ramène, pour cette partie de la plante, au type des *Pteris longifolia*, *arguta*, *elata*, etc., que j'ai décrit.

Je dois ajouter que dans beaucoup de pétioles tertiaires l'U est formé tout de suite par l'ouverture du col du 8, et que cet U semble privé des faisceaux dorsaux C*c*, ou bien ils sont si atténués, que la base de l'U, ou le fond de la gouttière, paraît résulter du rapprochement des petits vaisseaux de B et *b* ou faisceaux de la paire moyenne.

Le pétiole tertiaire ainsi formé donne naissance aux nervures médianes des lobes lamellaires. Pour cela, pendant que le bord évasé de la gouttière ou l'extrémité de l'une des branches de l'U, s'allonge et produit un croissant fibro-vasculaire, un fascicule se détache du bas de la même branche de l'U (ou des faisceaux correspondants, si les faisceaux moyens B*b* unis à C*c* sont séparés de A*a*) et va s'adosser au croissant et former la nervure médiane d'un lobe. Cependant les nervures dorsales de quantité de lobes ne paraissent pas avoir cette origine complexe. La nervure médiane de lobes plus faibles ne m'a semblé provenir que du fascicule séparé du bord supérieur de l'U ou de la gouttière.

Je suis par ce fait amené à l'indication de divers modes de ramification des pétioles dans les Fougères que j'ai étudiées.

1° Lorsque l'extrémité de la branche supérieure des faisceaux du pétiole voisins de la face interne de celui-ci est composée de vaisseaux plus petits que les autres sans former de crochet, cette extrémité s'allonge, et il s'en détache un faisceau qui se rend dans le pétiole secondaire (*Polypodium aureum*, *Nephrolepis platyotis*, *neglecta*, *exaltata*, *Asplenium caudatum*, *laserpitiifolium*, etc.).

2° Quand le côté supérieur des faisceaux est terminé par un crochet formé de petits vaisseaux, ce crochet seul s'allonge dans certaines plantes et une portion s'en sépare pour aller dans le pétiole secondaire, pendant qu'un nouveau crochet est formé (*Gymnogramme chrysophylla*, *calomelanos*, *Pteris longifolia*, *semipinnata*, etc.).

3° Dans les *Pteris serrulata*, *cretica*, *arguta*, etc., ce n'est plus

le crochet qui produit la ramification ; une partie considérable de la branche vasculaire située au-dessous du crochet y prend part. Cette branche s'allonge, se divise ; un rameau s'en écarte, emportant le crochet avec lui, pendant qu'il s'en forme un autre au côté de la bandelette du pétiole primaire (et quelquefois aussi au côté correspondant du rameau qui se rend au pétiole secondaire).

4° Dans les *Blechnum brasiliense*, *Athyrium Filix-fœmina*, *Lastrœa Thelypteris*, *Filix-mas*, etc., *l'extrémité* du crochet ne prend plus part à la ramification. C'est seulement le fond du crochet qui se dilate, et à la fin se coupe en s'écartant pour aller dans le pétiole secondaire, tandis que le fond du crochet se referme.

5° Dans le *Pteris elata*, ai-je dit, la section transversale de la bandelette vasculaire offre la figure d'un vase à panse large et à col étroit un peu évasé à l'ouverture, qui est bordée par des petits vaisseaux disposés en crochet. Ce crochet ne concourt pas à la formation des rameaux principaux du pétiole. C'est de la panse elle-même, au-dessous du col, que naissent les pétioles secondaires. Une anse se forme sur les côtés de cette panse ; elle s'étend, puis se ferme par une contraction graduelle de bas en haut entre elle et la panse. L'anneau fibro-vasculaire qui à la fin s'écarte pour aller dans le pétiole secondaire s'ouvre sur la face antérieure de celui-ci et s'y comporte comme dans le pétiole primaire. Il en est autrement pour les nervures médianes des folioles lamellaires pinnées. Elles sont produites par les crochets seuls, qui s'allongent et se coupent comme dans le deuxième type.

6° Nous venons de voir que dans le *Pteris aquilina*, les plus petites nervures médianes des lobes lamellaires sont formées suivant le premier type et que les autres ramifications du pétiole le sont par une combinaison de ce premier mode avec le quatrième et, en outre, pour les plus forts rameaux, avec le concours d'un seul ou de quelques faisceaux provenant du faisceau dorsal et du moyen correspondant.

VÉGÉTATION COMPARÉE

DU

TABAC SOUS CLOCHE ET A L'AIR LIBRE,

Par M. Th. SCHLŒSING (1).

En entreprenant les recherches dont je vais présenter sommairement les résultats, je me suis proposé de constater la relation entre la transpiration par les organes aériens d'une plante et l'assimilation des principes tirés du sol.

Quatre plants de Tabac ont été repiqués dans autant de pots contenant chacun 50 litres de terre. L'un, que j'appelle A, devait être mis sous cloche, c'est-à-dire dans des conditions qui restreignent la transpiration, dès que le développement de sa tige permettrait d'isoler toutes les parties aériennes du sol et de l'atmosphère ; les trois autres B, C, D, étaient destinés à la mesure de la transpiration à l'air libre. L'espace me manquerait pour décrire le dispositif des expériences ; je dirai seulement que A fut enfermé dans une grande cloche de 53 centimètres de diamètre sur 85 de haut, reposant sur un bassin de zinc ; l'atmosphère confinée, d'un volume de 200 litres, était renouvelée par un courant constant d'air contenant quelques centièmes d'acide carbonique et débité à raison de 500 litres en vingt-quatre heures ; tout étant bien luté, l'eau condensée sur la cloche et ruisselant dans le bassin, augmentée de la très-faible quantité emportée par le courant d'air, représentait exactement la transpiration de la plante. Pour mesurer l'évaporation par les plants B, C, D, je saturais d'eau les trois sols, au début des expériences, et fermais les pots par des couvercles lutés ; je mesurais l'eau consommée par les arrosages successifs, en tenant compte, bien entendu, des eaux d'égouttage soigneusement recueillies ; après la récolte, les sols étaient remis dans leur état initial de saturation.

La hauteur de la cloche ne permettait pas de laisser le Tabac monter en fleurs. J'écimai donc les quatre plants, chacun à

(1) Présenté à l'Académie des sciences, séance du 2 août 1869.

douze feuilles ; cette mutilation n'ôtait rien à la comparabilité des résultats. L'expérience sur le plant A dura un mois, du 15 juillet 1867 au 15 août, jour où je fus obligé, bien à regret, de la terminer : un coup de vent avait arraché la mousseline qui préservait le Tabac de l'ardeur du soleil, et plusieurs feuilles avaient été mortellement frappées. Les expériences sur B, C, D, ont duré six semaines. Les quatre plants ont constamment gardé les apparences de la meilleure santé.

	A.	Moyenne de B, C, D.
Eau évaporée	7lit.,9	23lit.,3
Poids des feuilles sèches	48gr,0	37gr,4

Au début des expériences, les feuilles de chaque plant devaient peser, sèches, 8 grammes, chiffre donné par d'autres plants de même dimension ; donc

	A.	B, C, D.
	gr.	gr.
Gain des feuilles pendant l'évaporation	40,0	29,4
Rapport entre ce gain et l'eau évaporée	$\frac{40,0}{7,9} = 5,2,$	$\frac{29,4}{23,3} = 1,2;$

ce qui veut dire que, pour chaque litre d'eau évaporée, les feuilles de A ont gagné 5gr,2, et celles de B, C, D, seulement 1gr,2.

L'analyse des cendres a donné les résultats suivants :

	A.	B, C, D.
Taux pour 100 de cendres	13,00	21,80
Acide carbonique	23,00	19,25
Chlore	6,51	10,21
Acide sulfurique	6,14	5,36
Acide phosphorique	3,68	1,89
Potasse	23,04	19,00
Chaux	30,76	31,48
Magnésie	3,65	3,93
Oxyde de fer	0,65	0,99
Sable et silice	4,59	10,76

La principale différence ressortant de ces analyses réside dans les taux de cendres 13,00 et 21,80. Tous les Tabacs que j'ai examinés, de quelque espèce ou provenance qu'ils fussent, à tout degré de développement, m'ont toujours donné des taux de cendres voisins de 20 pour 100 ; sous ce rapport, le plant A était certainement anormal. Combien avait-il gagné de matières minérales pendant l'expérience, et combien les plants B, C, D? Aux divers âges d'un Tabac *écimé*, le taux de cendres ne varie guère : j'admets donc qu'au début les feuilles de chaque plant,

qui pesaient 8 grammes, contenaient $8^{gr} \times 0,218$ de cendres ; partant de là, je dis :

	Feuilles de A.	Feuilles de B, C, D.
Cendre totale.....	$48^{gr},0 \times 0,130 = 6^{gr},24$	$37^{gr},4 \times 0,218 = 8^{gr},15$
Cendre initiale....	$8^{gr},0 \times 0,218 = 1^{gr},74$	$1^{gr},74$
Gain........	$4^{gr},50$	$6^{gr},41$

De ces gains, je retranche un cinquième pour déduire l'acide carbonique qui ne préexistait pas dans les végétaux, et j'obtiens :

	A.	B, C, D.
Matières minérales assimilées par les feuilles pendant l'expérience..................	3,60 gr	5,10 gr
Rapport entre le gain de matière minérale et le gain total (organique et minéral).....	$\frac{3,60}{40} = 0,09$,	$\frac{5,10}{29,4} = 0,174$;

c'est-à-dire que la matière organique produite sous la cloche s'est contentée d'une demi-ration de matière minérale.

Je ne parle que des feuilles, lorsqu'il devrait être question des végétaux entiers. Bien que prévues par mon programme, la récolte des racines et l'analyse des tiges ont été oubliées dans le cours de l'exécution : néanmoins, comme il ne s'agit ici que de comparaisons et qu'il y a, pour une même espèce de Tabac, proportionnalité entre les poids des racines, tiges et feuilles, les rapports déduits dans cette Note des feuilles, parties principales, peuvent être appliqués aux végétaux entiers, en attendant que de nouvelles expériences, en cours d'exécution, viennent fournir des résultats plus précis.

Ayant constaté la pauvreté de A en matières minérales, j'avais à examiner dans quelle mesure la composition immédiate du Tabac se ressentait de la privation de ces matières : j'ai donc déterminé la proportion des principes immédiats les mieux connus, dans mes deux sortes de feuilles :

	A. Pour 100.	B, C, D. Pour 100.
Nicotine...........................	1,32	2,14
Acide oxalique (supposé anhydre).........	0,24	0,66
Acide citrique (supposé anhydre).........	1,91	2,79
Acide malique (supposé anhydre).........	4,68	9,48
Acide pectique séché à 100 degrés........	1,78	4,36
Résines vertes......................	4,00	5,02
Cellulose..........................	5,36	8,67
Amidon............................	19,30	1,00
Matières azotées....................	17,04	18,00

Ce tableau montre combien la composition chimique a été profondément altérée, faute de matières minérales, alors que les caractères physiques ne paraissaient nullement modifiés.

La production des acides a été diminuée de moitié au moins; celle des corps neutres, comme les résines, la cellulose, a souffert dans une moindre mesure; la matière azotée n'est pas sensiblement diminuée. Serait-ce que sa formation se trouve seulement en relation avec l'acide phosphorique, aussi abondant dans les feuilles de A qu'en B, C, D?

L'amidon présente un taux tout à fait extraordinaire; je n'en ai jamais trouvé que de très-faibles quantités dans nombre de Tabacs analysés; A en contient près de 20 pour 100; aussi suffit-il de laver les feuilles à l'eau froide, puis de faire bouillir, de filtrer et traiter le liquide par l'alcool, pour obtenir un volumineux précipité d'amidon. Il est difficile de ne pas voir dans cette proportion anormale une conséquence et un développement des faits étudiés par MM. Von Mohl, Nægeli, Gris, Sachs, etc., à savoir : que la matière amylacée est le premier produit de l'assimilation du carbone et de l'eau. M. Boussingault a énoncé la même conclusion, à la suite de ses beaux travaux sur la décomposition de l'acide carbonique et les fonctions des feuilles. La simple expérience que je viens de rapporter s'explique rationnellement en partant de cette théorie. La végétation du Tabac est-elle dans des conditions normales, la matière minérale est appelée selon les besoins de la plante, et l'amidon, formé tout d'abord, se transforme au fur et à mesure en principes immédiats; mais quand la transpiration est réduite dans de fortes proportions (au quart dans mon expérience), et que, par suite, la matière minérale fait défaut, une portion de l'amidon demeure sans emploi, et il n'est pas surprenant de trouver alors cette matière accumulée dans le végétal.

SELAGINELLARUM,

QUÆ IN HORTIS AUT COLUNTUR, AUT COLEBANTUR,

NOMENCLATOR REFORMATUS,

Auctor. Al. BRAUN et BOUCHÉ (1).

I

ENUMERATIO ALPHABETICA SPECIERUM (2).

S. affinis A. Br. in Ann. sc. nat., 1865, p. 296 ; Monatsb. d. Ak. d. W., 1865, p. 201 ; Baker, l. c., p. 902; *S. Pöppigiana* Ind. sem., 1859, p. 23; *S. Pöppigiana γ. guyanensis* Spring Monog. Lycop. II, p. 218. — Guyana.

S. apus L. (sub *Lycop.*) Spr. Mon., p. 75; Ind. sem., 1857, p. 12, 1858, p. 21; Baker, l. c., p. 950. — Amer. sept.

S. atroviridis Wall. Cat. (sub *Lycop.*); Spr. Mon., p. 124; Ind. sem. h. Ber., 1859, p. 22; Baker, l. c., p. 950. — Ind. or.

†*S. brasiliensis* Raddi (sub *Lycop.*); A. Br. Ind. sem., 1859, p. 22 (in nota) in Ann. sc. nat., 1865, p. 290; *S. apus β. tetragonostachya*, *S. crassinervia* et *S. polysperma* Spr. Mon., p. 76, 77, 78. — Brasil. Vidi specimina in hort. Götting. a. 1848 culta in herb. Kunzeano.

S. Braunii Baker, l. c., p. 1120, *S. pubescens* Ind. sem., 1857, p. 19; 1859, p. 22 (non Wall. t. Baker); *S. Vogelii* Mett. Fil. h. Lips. (non Spr.). — China.

S. brevipes A. Br. Ind. sem., 1867, App. I, p. 1; *S. Griffithii* hort. Veitch; McNab., l. c., p. 8 (146); Baker, l. c., 1190 (non Spr.). — Borneo.

(1) Vid. *Ann. sc. nat.*, 4e sér., t. XIII, p. 54.

(2) Conferantur indices sem. hort. Berol. annorum 1857 et 1859; conf. porro Selaginellæ in hort. bot. Edinburgensi cultæ auct. W. R. McNab (Transact. of the bot. Soc. of Edinb., IX, 1, 1867, p. 3. — Seemann Journ. of Bot., V, 1867, p. 141) et Sellaginellæ cultæ auct. J. G. Baker (in Gardner's Chronicle for 1867, p. 782, 902, 950, 1170, 1190).

Observ. — Species signo † notatæ in horto Berolinensi desiderantur.

S. Breynii Spr. Mon. 119; Ind. sem., 1857, p. 14; 1859, p. 21; Baker, l. c., 902. — Amer. austr.; Panama?

S. bulbillifera Baker, l. c., p. 950; *S. increscentifolia* hort.; Spr. in herb. Kunz. (nec in Monogr.); Mett. Fil. h. Lips.; Ind. sem., 1857, p. 16; 1859, p. 22; A. Br. in Ann. sc. nat., 1865, p. 6. — Venezuela?

S. caulescens Wall. (sub *Lycop.*); Spr. Mon., p. 158; Ind. sem., 1857, p. 11; 1859, p. 22; Baker, l. c., p. 1190; Milde Fil. Europ., p. 270. — Ind. or.

S. ciliata W. (sub *Lycop.*); Ind. sem., 1857, p. 16; 1859, p. 22; A. Br. in Ann. sc. nat., 1865, p. 276; Baker, l. c., p. 950; *S. Novæ Hollandiæ* et *increscentifolia* Spr. Mon. 209, 106. — Amer. austr.

†*S. conferta* Moore in hort. Veitch, McNab., l. c., p. 8 (146). Valde affinis *S. inæqualifoliæ*, cujus forsan varietas. — Borneo. Vidimus specimina sterilia in hort. Veitchiano culta.

S. convoluta Walk. Arn. (sub *Lycop.*); Spr. Mon., p. 69; Ind. sem., 1857, p. 20; 1859, p. 22; Baker, l. c., p. 1241. — Amer. austr.

S. cuspidata Link h. Ber. II, p. 161 (sub *Lycop.*); Spr. Mon., p. 66; Ind. sem., 1857, p. 20; 1859, p. 22; Baker, l. c., p. 1241.

β. *elongata* Spr. ib.; *L. sulcangula* Spr. Mon., p. 163 et *S. incana* ejusd., p. 157 (t. Baker). — Mex. Amer. cent. Columbia.

S. delicatissima A. Br. Ind. sem., 1857, p. 13; 1859, p. 21; Baker, l. c., 902. — Fructificatio et patria ignotæ; affinis *S. saccharatæ* A. Br., speciei Mexicanæ, ab auct. cum *S. serpente* confusæ.

S. denticulata Lin. (sub *Lycop.*); Link Fil. h. Ber., p. 159; Spr. Mon., p. 82; Ind. sem., 1857, p. 13; 1859, p. 21; Baker, l. c., p. 902. — Regio mediterran.

S. erythropus Mart. (sub *Lycop.*); Spr. Mon., p. 156; Ind. sem., 1857, p. 18; 1859, p. 22; Baker, l. c., 1120. — Amer. austr.

S. flabellata Lin. (sub *Lycop.*); Spr. Mon., p. 174; Ind. sem., 1857, p. 18; 1859, p. 22; Baker, l. c., p. 1190. — Ind. occ., Amer. austr.

S. Galeottii Spr. Mon., p. 220; Ind. sem., 1857, p. 21; 1859, p. 23; Baker, l. c., p. 902. — Mexico.

S. hæmatodes Kunze (sub *Lycop.*); Spr. Mon., p. 156; Ind. sem., 1859, p. 22; Baker, l. c., 1120; *S. filicina* Spr. ibid., p. 189; Ind. sem., 1857, p. 18. — Columbia.

S. helvetica Lin. (sub *Lycop.*); Link Fil. h. Ber., p. 159; Spr. Mon., p. 83; Ind. sem., 1857, p. 13; 1859, p. 21; Baker, l. c., p. 902. — Europa.

†*S. japonica* Moore in hort. Chelsea: McNab., l. c., p. 8 (145). An hujus loci *S. affinis* Milde Fil. Europ., p. 271? Ex sententia cl. Baker forsan varietas minor *S. caulescentis*. — Japonia, China bor.?

S. inæqualifolia Hook. et Grev. (sub *Lycop.*); Spr. Mon., p. 148; Ind. sem., 1857, p. 17; 1859, p. 22; Baker, l. c., p. 950. — Ind. or.

†*S. involvens* Sw. (sub *Lycop.*); Spr. Mon., p. 63; McNab., l. c., p. 9 (147); Baker, l. c., p. 1241; Milde Fil. Eur., p. 268; *Lycopod. circinale* Thunb.; *Lycopod. pulvinatum* Hook. et Grev. — Ind. or., Chin., Japon., Amur., E. Japonia nuper introducta a cl. J. G. Veitch.

S. Kraussiana Kunze (sub *Lycop.*); A. Br. in Ind. sem., a. 1859, p. 22 et in Monatsb. d. Ak. d. W., 1865, p. 195; Baker, l. c., p. 902; Milde Fil. Eur., p. 272; Kuhn Fil. Afric. p. 190; *S. hortensis* Mett. Fil. h. Lips.; Ind. sem., 1857, p. 21; 1858, p. 20. — Insul. Azor., Madeira, Afric. occ. trop., Kilimandiaro, Promont. b. Sp., Natalia.

†*S. lævigata* Lam. (sub *Lycop.*); Baker, l. c., p. 1190, ex p. (non Willd. Spr.); *S. pectinata* Willd. (sub *Lycop.*) Spr. Mon., p. 166. — Madagasc. (et Ind. or. sec. Spr.) In hortis Brit. culta?

†*S. lepidophylla* Hook. et Grev. (sub *Lycop.*); Spr. Mon., p. 72. — In regno Mexic. et California nuperrime introductam indicant Vilmorin-Andrieux et C.

S. Lobbii J. Veitch; Ind. sem., 1859, p. 22; McMab., l. c., p. 9 (146); Baker, l. c., p. 950. — Borneo.

S. Ludoviciana A. Br. in ind. sem., 1857, p. 12; 1859, p. 21; Baker, l. c., p. 950; *S. apus* var. *denticulata* Spr. Mon., p. 77. — Amer. sept. calidior.

S. Lyallii Hook. et Grev. (sub *Lycop.*); Spr. Mon., p. 168; Ind. sem., 1859, p. 22; *S. lævigata* Baker, l. c., p. 1190 ex p. — Madagasc. Cl. Baker hanc speciem varietatem ramosiorem *S. lævigatæ* esse censet.

S. Martensii Spr. Mon., p. 129; Mett. Fil. h. Lips., p. 124; Ind. sem., 1857, p. 15; 1859, p. 22; Baker, l. c., p. 950. — Mexico. Varietates in hort. cultæ:

α. *normalis*,	γ. *compacta*,
β. *flaccida*,	δ. *divaricata*.

S. Mettenii A. Br. in Ind. sem., 1867, app. I, p. 1. Hybrida *S. inæqualifolia* et *S. Kraussiana?*

S. Pervillei Spr. Mon., p. 169; Ind. sem., 1859, p. 22; McNab., l. c., p. 9 (146); *S. africana* Ind. sem., 1857, p. 19. — Ins. Nossi-Beh ad Madagascariam, sed planta culta ex Africa trop. occid. introducta esse videtur. An eadem cum *S. Vogelii* Spr.? Cl. Baker, l. c., p. 1120 utramque cum *S. pubescente* Wall. Spr. et *S. fulcrata* Hamilt. (sub *Lycop.*), Spr. ex Ind. or. conjungit.

S. pilifera A. Br. in ind. sem., a. 1857, p. 20; 1859, p. 22; Baker, l. c., p. 1241; *S. lepidophylla* Mett. Fil. h. Lips. (non Hook. et Grev.) — Texas, Mexico.

†*S. pumila* Schlchtd. (sub *Lycop.*), Spr. Mon., p. 60; Link h. Ber. II. (1833), p. 160; Ind. sem., 1857, p. 12; 1859, p. 21. — Afric. austr. Colebatur olim in h. Ber.

S. rubricaulis A. Br. in Kuhn Fil. Afric. p. 211; McNab., l. c., p. 11 (149); *S. suberosa* Baker, l. c., p. 950 (vix Spr. Mon., p. 252, cujus descriptio in plantam hortensem non quadrat). — Africa? (t. McNab); Ind. or.? (si cum *S. suberosa* congruit).

†*S. rupestris* Linn. (sub *Lycop.*); Spr. Mon., p. 55; Ind. sem., 1857, p. 12; 1859, p. 22. — America sept. et austr., Asia bor. et Ind. or., Africa bor. et austr. Colebatur olim in hortis Anglicis sec. Sweet et Kunze. — De varietatibus h. sp. conf. Milde Fil. Eur., p. 262 et Kuhn Fil. Afr. p. 212.

S. sarmentosa A. Br. in Ind. sem., a. 1857, p. 14; 1859, p. 21; *S. patula* Sw. (sub *Lycop.*), Spr. Mon., p. 96, t. Griseb. et Baker, l. c., p. 902 (an recte?) — Ind. occid.

S. serpens Desv. (sub *Lycop.*), Spr. Mon., p. 102; Ind. sem., 1857, p. 13; 1859, p. 21; Baker, l. c., p. 902. — Ind. occ.

S. spinulosa A. Br. in Döll. rhein. Fl.; Ind. sem., 1857, p. 12; 1859, p. 21; *S. spinosa* Pal. Beauv.; Spr. Mon., p. 59; *Lycopod. selaginoides* Lin. — In subalpinis Europ. et Americæ bor.

S. stenophylla A. Br. in Ind. sem., 1857, p. 22; 1858, p. 20; 1859, p. 23; Baker, l. c., p. 950. — Mexico.

†*S. sulcata* Desv. (sub *Lycop.*), Spr. Mon., p. 22; Ind. sem., 1857, p. 22; 1859, p. 23. — Amer. austr. Vidimus cultam ex hort. Petropolit.

†*S. uliginosa* La Bill. (sub *Lycop.*), Spr. Mon., p. 60; McNab., l. c., p. 5 (143). — Austr. Colitur in hort. Britann.

S. uncinata Desv. (sub *Lycop.*), Spr. Mon., p. 109; Ind. sem., 1857, p. 14; 1859, p. 21; Baker, l. c., 902. — China.

†*S. Veitchii* McNab., l. c., p. 10 (148). — E. Japonia a cl. J. G. Veitch introducta. Secundum cl. Baker, l. c., p. 1241 varietas laxior *S. involventis* esse videtur. Nobis incognita.

S. viticulosa Kl. in Linnæa XVIII, p. 524; Spr. Mon., p. 186; Ind. sem., 1857, p. 18; 1859, p. 22; Baker, l. c., p. 1120. — Columbia.

†*S. Vogelii* Spr. Mon., p. 170; McNab., l. c., p. 9 (147). — Ins. Fernando Po, mont. Cameroon, Old Calabar, unde planta in hort. Edinb. culta, quam cl. McNab a *S. Pervillei* distinctam putat, cl. Baker cum *S. fulcrata* jungit (conf. sub *S. Pervillei*). Neque sponteneam, neque cultam vidimus.

S. Wallichii Hook et Grev. (sub *Lycop.*); Spr. Mon., p. 143; Baker, l. c., 1190. — Ind. or. Ab hortul. merit. Veitch e Malacca (Pinang) introducta.

S. Willdenowii Desv. (sub *Lycop.*); Baker, l. c., p. 950; *S. lævigata* Willd. (sub *Lycop.*); Spr. Mon., p. 137; Ind. sem., 1857, p. 17; 1859, p. 22. — Ind. or.

II

TABULA SYNONYMORUM.

INCLUSIS NOMINIBUS NUMEROSISSIMIS IN HORTIS PERVULGATIS ET PERTINACITER HINC INDE USITATIS, AUT CONFUSIONE SPECIERUM ORTIS ET ERRONEIS, AUT QUOAD ORIGINEM DUBIIS.

S. affinis Milde Fil. eur. (non A. Br.) =? japonica.
— africana hort.; A. Br. Ind. sem., 1857. = Pervillei.
— alata hort. (Booth 1855) = Martensii β.
— albidula Sw. (sub Lycop.) = apus var.
— albidula herb. Shuttlew. = Ludoviciana.
— altissima Kl. ined. et hort. = Willdenowii.
— amboinensis Spr. Enum. = Wallichii.
— apoda hort. (major) = Ludoviciana.
— apoda hort. (minor) = apus.
— apotheca hort. (minor) = Ludoviciana.
— apothecia Bevis (sub Lycop.) =? Ludoviciana.
— apothesa hort. ex p. = Ludoviciana.
— » » » = sarmentosa.
— apus hort. ex p. (major) = Ludoviciana.
— apus minor hort. = apus.
— apus var. denticulata Spr. = Ludoviciana.
— apus var. tetragonostachya Spr. = brasiliensis.
— arborea hort. = Willdenowii.
— argentea hort. Veitch. olim = serpens.
— aspleniifolia hort. = Martensii γ.
— atrovirens Presl. (sub Lycop.) = Breynii.
— Avilæ Karsten in hort. = cuspidata β.
— Beyrichii A. Br. Ind. sem., 1857 in nota = brasiliensis.

S. brasiliensis hort. sec. Spr. = decomposita Spr. = Martensii α.
— brasiliensis Lk (nec Raddi, nec Desv.) = apus.
— bryoides Kaulf. = pumila.
— cæsia hort. (van Houtte 1846-47) = uncinata.
— cæsia arborea hort. = Willdenowii.
— cæsia violacea hort. (Booth 1855) = uncinata.
— canaliculata Sw. (sub Lycop.), Spr. Enum. = Wallichii.
— chinensis h. Lodd.; Kunze Ind. =? uncinata.
— circinalis Cham. et Schl. (sub Lycop.) et hort. (nec Thunb., nec Lam.) = cuspidata.
— circinalis Lin? Don (sub Lycop.) = caulescens.
— circinalis hort. Veitch. sec. McNab = Martensii β.
— circinalis Thunb. (sub Lycop.); Presl. = involvens.
— compacta hort. Rollis. (sub. Lycop.) = Martensii α (forma minor).
— cordata hort. = cuspidata β.
— cordifolia hort. (non Desv.) = cuspidata β.
— crispa hort. Loddig., Kunze Ind. et hort. Low. 1858. = ?
— crassinervia Spr. = brasiliensis.
— cyatheoides Spr. Enum. = Wallichii.
— Danielsiana hort. = Martensii γ.
— decomposita hort. Gandav. et alior. et Spr. ex p. = Martensii α (forma brevifolia).
— decomposita hort. Berol. olim = apus.
— decomposita var. compacta hort. = Martensii γ.
— decora hort. (Linden 1858) =?
— densa hort. = apus.
— denticulata hort. (non Lin.) = Kraussiana.
— denudata hort. Genuens. olim = Kraussiana.
— depressa Sweet. hort. Brit. 1839 (sub Lycop. non Sw.) =? Kraussiana.
— dichotoma hort. = Martensii δ.
— dichrous s. dichrus hort. = hæmatodes.
— elegans Wall. Cat. (sub Lycop.) = Wallichii.
— elongata hort. = cuspidata β.
— filicina Spr. = hæmatodes.
— flabellaris hort. = flabellata.
— flabellata Mart. et Gal. (sub Lycop. non Lin.) = Martensii α.
— flexuosa hort. (van Houtte 1853, non Sw.) = Martensii δ.
— formosa hort. = Martensii β et γ.
— fruticulosa Blume (sub Lycop.) = caulescens.
— fruticulosa Mart. et Gal. (sub Lycop.) = Galeottii.
— fulcrata Baker quoad plant. hortens. = Pervillei et Vogelii.

S. Griffithii hort. Veitch. McNab. (Baker non spr.) = brevipes.
— heterodonta Desv. (sub Lycop.)? = sarmentosa.
— Hooibrenkii hort. = Martensii δ.
— hortensis Mett. = Kraussiana.
— Huegelii hort. = Martensii γ.
— hygrometrica v. Mart. (sub Lycop.) = convoluta.
— jamaicensis hort. Anglic. = serpens.
— jamaicensis hort. Baumann. = stenophylla.
— incana Spr. sec. Baker. = cuspidata β.
— increscentifolia hort. Kunze Ind. et c. = bulbillifera.
— increscentifolia Spr. Mon. (non hort.) = ciliata.
— interrupta A. Br. olim in hort. Ber. = sarmentosa.
— involvens Bischoff olim in hort. Heidelb. (non Sw.) = Kraussiana.
— involvens hort. Veitch, Jackson olim sec. McNab = japonica.
— Karsteniana Kl. ined., hort. Ber. olim = hæmatodes.
— lævigata Baker ex p. = Lyallii.
— lævigata Willd. (sub Lycop.), Spr. (non Lam.) = Willdenowii.
— lævigata hort. Kunze Ind. =Braunii.
— lepidophylla Mett. Fil. h. Lips. et hort. plur. (non Hook. et Gr.) = pilifera.
— leptophylla (pro lepidophylla) in hort. nonn. = pilifera.
— Loosiana hort. Low. 1858. = ? Louisiana = Ludoviciana.
— Louisiana hort. (van Houtte 1852-53) = Ludoviciana.
— marginata Gaudich. = sulcata.
— Martensii ε congesta A. Br. Ind. sem. 1857 = Martensii α (forma minor brevifolia).
— Martensii var. flexuosa Kze. = Martensii δ.
— microphylla hort. (non Kunth, Spr.) = stenophylla.
— microphylla J. Smith et hort. Brit. sec. McNab = delicatissima.
— mnioides Spr. ex p. = Kraussiana.
— monstrosa hort. = Martensii γ.
— mutabilis hort. = serpens.
— Novæ Hollandiæ Sw. (sub Lycop.), Spr. = ciliata.
— obtusa hort. (non Spr.) = denticulata.
— obtusata hort. = denticulata.
— ornithopodioides hort. Anglic., Sweet, Kunze Ind. (nec Lin., nec Sw.) = ? sarmentosa.
— ornithopodioides Wall. (sub Lycop.) = S. Willdenowii.
— Pallasiana (pro Palusiana) hort. = cuspidata β.
— pallescens Presl. (sub Lycop.) = cuspidata.
— pallida Beyrich. = Brasiliensis.
— palusiana hort. (Linden 1858) = cuspidata β.

S. palusiensis hort. (Low. 1858) = cuspidata β.
— panamensis hort. (Linden 1854) = Breynii.
— paradoxa hort. (Petrop. 1850) = convoluta.
— patula Sw. (sub Lycop.) Spr. = ? sarmentosa.
— patula Baker = sarmentosa.
— pectinata hort. (van Houtte olim) = Kraussiana.
— pectinata Willd. (sub Lycop.) Spr. = lævigata.
— peltata Presl. = caulescens.
— plumosa hort. (Makoy 1857) = viticulosa.
— plumosa L. (sub Lycop.) sec. Spr. = Willdenowii.
— plumosa Schkuhr (sub Lycop.) sec. Spr. = Breynii.
— Pöppigiana A. Br. Ind. sem. 1859 = affinis.
— Pöppigiana Hook. Fil. exot. t. 56 = Martensii.
— Pöppigiana hort. (non Hook. et Grev.) = Breynii.
— Pöppigiana γ. guyanensis Spr. = affinis.
— Pogellii (pro Vogelii) in hort. Angl. sec. McNab = Braunii.
— polysperma Spr. = brasiliensis.
— pubescens A. Br. Ind. sem. 1857 (non Wall., Spr.) = Braunii.
— pulla hort. = Martensii α.
— pulvinata Hook. et Gr. (sub Lycop.) = involvens.
— pygmæa Kaulf. (sub. Lycop.) = pumila.
— radicans Schrank. (sub Lycop.) = helvetica.
— ramosa hort. Rollison = Martensii α.
— reticulata hort. Jackson sec. McNab = viticulosa.
— rigida hort. (Linden 1854) = affinis.
— robusta hort. sec. Baker = Martensii γ.
— scalariformis hort. Argent. = Ludoviciana.
— scalaris Spr. ined. in herb. Fée. = Ludoviciana.
— Schottii hort. = Galeottii.
— selaginoides Lin. (sub Lycop.) Link = spinulosa.
— serpens hort. olim, Kunze Ind. (non Desv.) = Martensii β.
— spinosa P. Beauv. Spr. = spinulosa.
— stellata Link et hort. ex p. (non Spr.) = Martensii α.
— stellata hort. ex p. = stenophylla.
— stolonifera Link et hort. (non Sw.) = Martensii α.
— stolonifera hort. Par. sec. Spr. = sulcata.
— stolonifera Mart. et Gal. (sub Lycop.) = Galeottii.
— suavis Kl. (non Spr.) = Galeottii.
— suberosa Baker (non Spr. ?) = rubricaulis.
— sulcangula Spr. = cuspidata β.
— sulcata hort. plur. (non Desv.) = Martensii α.
— sulcata var. microphylla hort. = stenophylla.

S. tamariscifolia hort. = cuspidata.
— tamariscina hort. (non Desv., Spr.) = cuspidata.
— triangularis hort. Edinb. sec. McNab = Vogelii.
— triangularis hort. Laurentius = viticulosa.
— umbrosa Lemaire (sub Lycsp.) = erythropus.
— uncinata β. arborea Mett. = Willdenowii.
— variabilis hort. = serpens.
— varians hort. = serpens.
— variegata Spr. in herb. Linden = viticulosa.
— Vogelii Spr. in herb. Kunze, Mett. Fil. h. Lips. (non Spr. Mon.) = Braunii.
— Warscewicziana Kl. et hort. Ber. olim = ciliata.
— Warscewiczii hort. Edinb. sec. McNab = hæmatodes.
— Warscewiczii hort. Veitch. olim = erythropus.
— Whartoni hort. Anglic. (Low. 1858) = sarmentosa.
— Willdenowii hort. (van Houtte 1852-53) non Desv. = Braunii.

ADNOTATIONES BOTANICÆ HORT. IMP. PETROPOLITANI

Auctore E. REGEL.

BROMELIACEÆ.

NIDULARIUM Lem.

Inflorescentia centrifugalis, terminalis, spicato-capitata. Corolla monopetala, tubulosa, superne v. supra medium trifida, laciniis erectis. Stamina corollæ tubo adnata; antheræ dorso affixæ. Stigmatis capitati lobi spiraliter torti. Fructus ignotus. — Herbæ perennantes, acaules. Folia radicalia late ligulata, basi vaginantia, pergamena, margine sæpissime spinolosa-denticulata. Folia bracteiformia sæpissime colorata.

1. *N. fulgens* Lem., *Jard. fleur.*, IV misc., p. 60, tab. 411.
2. *N. Lauentii* Rgl., *Grtfl.*, tab. 529; *Ind. sem. h. Petr.*, 1866, p. 80.
3. *N. Meyendorffii* Rgl., *Ind. sem. h. Petrop.*, 1860, p. 31; *Grtfl.*, 1859, p. 267.— *Billbergia olens* Hook., *Bot. Mag.*, tab. 5502. — *Bromelia Carolinæ* Beer, *Brom.*, p. 29; *Grtfl.*, tab. 211. — *Billbergia Meyendorffii* Rgl., *Grtfl.*, 1858, p. 98. — *Nidularium splendens* et *fulgens* Hort. — *N. spectabile* H. Versch.
4. *N. purpureum* Beer., *Brom.*, p. 75 — Rgl., *Ind. sem. hort. Petr.*, 1860, p. 32. — *N. discolor* Beer, *Brom.*, p. 74.
5. *N. Scheremetievii* Rgl., *Ind. sem. hort. Petr.*, 1857, p. 58; *Grtfl.*, 1858, t. 224; *Ind. sem. hort. Petr.*, 1860, p. 32.
6. *N. triste* Rgl., *Ind. sem. hort. Petr.*, 1866, p. 80. — *Bromelia tristis* Beer, *Brom.*, p. 30. — *Nidularium agavifolium* Hort. Turic. — *Nidularium marmoratum* Hort. Makoy.
7. *N. cruentum* Rgl., *Ind. sem. hort. Petr.*, 1860, p. 31. — *Billbergia cruenta* Hook., *Bot. Mag.*, tab. 2892. — *Bromelia cruenta* Grah. in *Edinb. Phil. Journ.* Beer, *Brom.*, p. 31.
8. *N. innocenti* Lem., *Illust. hort.*, 1862, p. 329.
9. *N. humile* Rgl. *Bromelia humilis* Jacq., *Ic. pl. rar. tab.*, t. 60.

Nidularium Lindeni Rgl.

Glabrum, foliis maximis, latissimis margine dentato-spinosis, læte viridibus, utrinque maculis atroviridibus pictis; foliis interioribus bre-

vioribus viridibus; petalis calycis limbo insertis, basi vix connatis, viridibus; stigmate trifido, lobis vix spiraliter tortis. — *Guzmannia fragrans* Hort. Linden.

CRYPTANTHUS Otto et Dietr.

Inflorescentia thyrsoidea, centripetalis, terminalis et in caulis abbreviati foliis supremis axillaris. Calyx superus, monophyllus, tubulosus, apice trifidus, laciniis carinatis. Petala basi intus nuda, apice patentia, cum staminibus calycis fundo inserta; antheræ dorso affixæ. Stigma capitatum, tortum, subtrilobum. Folia inferiora coriacea, minute-spinuloso-denticulata, suprema cæteris similia florum corymbulos fulcrantia. *Crypthanthus* Otto et Dietr. teste Kochio in Wochenschrift, III, p. 84.

ORTGIESIA Rgl.

Inflorescentia racemoso-subcapitata, centrifuga. Calyx monophyllus, tubulosus, trifidus. Petala fundo calycis inserta. Calycis laciniæ erectæ, aristatæ. Petala erecta, in tubum convoluta, basi intus squamis duabus fimbriato-laceris instructa. Stamina 6, tria exteriora libera cum petalis inserta, tria interiora basi petalorum adnata. Antheræ dorso affixæ. Stigma capitatum, subtortum. — Herbæ perennantes, foliis e basi ventricoso-dilatatis caulem occultantibus in apicem lineari-subulatum spinuloso-serrulatum excurentibus. Folia suprema vix colorata. Bractæ coloratæ.

Ortgiesia tillandsioides Rgl., *Grtfl.*, 1867, p. 192, tab. 547.

RUCKIA Rgl.

Inflorescentia racemoso-subcapitata, centripetalis. Calyx superus, ad basin tripartitus. Petala staminaque germinis apici cyathiformi insertæ. Calycis laciniæ erectæ. Petala erecta, in tubum convoluta, basi intus nuda. Stamina 6, omnia ad basin libera, cum petalis margini cyathiformi ovarii apicis inserta, corollam paullo superantia. Antheræ dorso insertæ, versatiles, exsertæ. Stigma capitatum, trilobum, lobis erectis vix tortis. — Herbæ perennantes, subacaules. Folia lineari-ensiformia, coriacea, margine grosse dentato-spinosa, basi dilatata sed non amplectentia.

R. Ellemetii. *Hechtiæ Ellemeti* Hort. Rheno-Traject.

Folia pedalia et ultra, lineari-ensiformia, canaliculata, margine grosse spinoso-dentata, spinis inferioribus rectangulis, superioribus adscendentibus, supra basin 1/2 poll. lata basi dilatata integerrima, supra virescentia, squamis albis

lepidotis laxe adspersa, infra dense albo-lepidota. *Florum* capitulum ovato-globosum, circiter 2 1/2 poll. longum; bracteæ membranaceæ, ovatæ, apice margine eroso-denticulatæ, rosæ, albidoque farinosæ, infimæ e basi membranacea ovata in apicem subfoliaceum spinoso-dentatum 1–2 pollicarem excurrentes; intermediæ acuminatæ, supremæ acutæ, calycem circiter æquantes. *Calycis* foliola lanceolato-oblonga, acuta, dorso-concava v. vix carinata, ex albido rosea, pilis minutissimis stellatis albidis adspersa, corollam dimidiam superantia. *Petala* spathulato-oblonga, acutiuscula, basi albida, apice rosea, 3/4 poll. longa. *Stamina* ad basin omnino libera, petalis sepalisque opposita; antheræ pulchre luteæ. *Germen* ovatum, triquetrum. Ovarium inferum, triloculare, loculis multiovulatis, ovula anatropa, creberrima, placentæ centrali inserta.

Pitcairnia flavescens Hort.

Cirrhopetalum flavescens Beer, *Brom.*, p. 69.

β. inodora; floribus inodoris, foliis subtus albo fariniferis.

Acaulis, rhizomate crasso decumbente. *Folia* rosulata usque bipedalia, basi latissima (5–5 1/2 poll. lata) integerrima amplectentia; limbo ligulato concavo, ex apice rotundato subito acuminato, margine sinuato-dentato, dentibus in spinulam brevem excurrentibus, utrinque læte viridi-nitente maculisque atroviridibus picto, usque 3 poll. lato; folia interiora breviora, exterioribus subsimiliter colorata. *Capitula* ovata, densa, nidulantia; bracteæ albidæ, integerrimæ, floribus paullo breviores, tomento laxo ferrugineo adspressæ. *Calyx* albus, superus, basi tubulosus, limbo tripartito, lobis erectis ovatis acutis. *Petala* tria, calycis fauci inserta, supra basin vix connata, oblonga, acuta, basi albida, apice viridia. *Genitalia* inclusa, stamina 6, 3 interiora petalorum basi adnata, 3 exteriora cum petalis inserta; antheræ lineares, biloculares, medio dorso affixæ; stylus filiformis, stigmatis trifidi lobis erectis. — *Nidulario* affine, foliis majoribus profondius dentatis, floribus viridibus facile dignoscitur. Patria America tropica.

Lamprococcus farinosus Rgl.

Æchmea farinosa H. Makoi. Affinis *L. glomerato*, foliis utrinque sed præcipue subtus albo-farinosis diversus.

Folia farinosa, basi latiore amplectentia, ligulata, vix pedalia, ex apice rotundato-apiculo-acuminata, margine tenuissime serrulata, apice recurvato-patentia. *Scapus* brevis vix bipollicaris, foliis membranaceis bracteiformibus vix coloratis stipatus. *Panicula* coarctata, foliis breviter arachnoideo-floccosa; paniculæ ramis brevibus, circiter semipollicaribus, dichotomo-ramosis, ramulis geniculatis; bracteolæ fugacissimæ. *Germen* oblongum, coccineum. *Calycis* laciniæ breves, obtusissimæ, coccineæ. *Petala* initio cæruleo-violacea, margine albida, post florescentiam rubra. — Habitat in America tropica (Rgl.).

Tillandsia Lindeniana, cfr. ann. nº 60.

Tillandsia Lindeni.

Foliis dense rosulatis, patente-recurvis, subulato-ensiformibus, supra glabris, subtus minutissime laxeque-punctato-lepidotis; spica disticha subquinqueflora; floribus maximis, azureis, fauce albis; genitalibus inclusis; staminibus omnibus petalorum unguibus adnatis; stigmate trilobo, lobis apice connatis.

Acaulis subglabra. *Folia* dense rosulata, patente-recurva, a basi latiore vaginata subulato-ensiformia, attenuato-acuta, concava, integerrima, circiter 8 pollices longa, supra basin circiter 1/2 poll. lata, olivaceo-viridia; supra glabra, basin versus nervis rubris picta; infra a basi ad apicem nervis purpurascentibus picta, sub lente minute laxeque punctato-lepidota. *Scapus* simplex, folia circiter æquans, foliis decrescentibus vestitus. *Spica* terminalis, simplex, disticha, ovata, circiter 5-flora. Bracteæ imbricatæ, lanceolato-oblongæ, acutissimæ, glabræ, inferiores virescentes, superiores e roseo-purpurascentes, basi concavæ, apice carinatæ, florum tubum æquantes. *Flores* in bractearum axillis solitarii, sessiles, maximi; calyx 3-sepalus, sepalis anguste lanceolatis, acutis, concavis, in tubum convolutis, corollæ tubo paullo brevioribus. *Corolla* 3-petala; petala longe unguiculata, ungubus albis, in tubum pollicarem convolutis; basi nuda; lamina usque 1 1/2 poll. longa patentissima v. subrecurva, rotundato-ovata, apice acuta v. obtusa, margine paullo undulata, specioso-azurea, basi macula alba ornata. *Genitalia* inclusa; stamina 6; filamenta petalorum ungue per paria adnata; antheræ liberæ, lineari-subulatæ, biloculares, basi sagittato-emarginatæ, *Ovarium* triloculare; placentæ loculorum angulum centralem occupantes, multiovulatæ, ovulis multiseriatis; stylus brevis, filiformis; stigma trilobum, lobis linearibus apice connatis. Patria America tropica.

ERRATA.

Page 97, titre, *supprimez* Rôle du chyle
— 101, ligne 3, 0^{m},0240, *lisez* 0^{mm},0240
— 102, ligne 24, sécrétion, *lisez* excrétion
— 110, ligne 23, éléments, *lisez* aliments
— 111, ligne 25, 0^{mm},005 à 0^{mm},011, *lisez* 0,005 à 0,010 millimètres

FIN DU DIXIÈME VOLUME.

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

ORGANOGRAPHIE, ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES.

MONOGRAPHIES ET DESCRIPTIONS DES PLANTES.

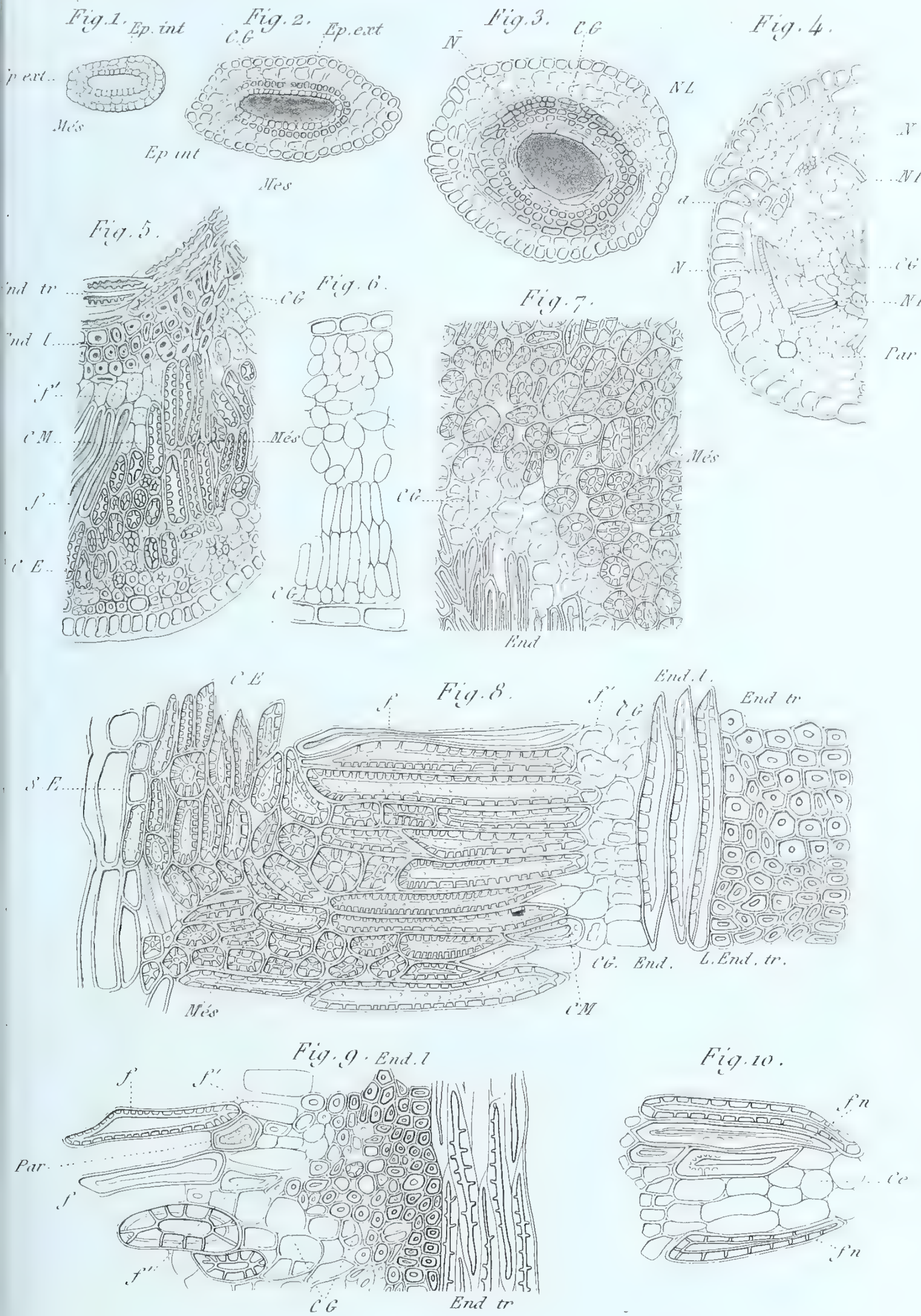
TABLE DES ARTICLES

PAR NOMS D'AUTEURS

TABLE DES PLANCHES

RELATIVES AUX MÉMOIRES CONTENUS DANS CE VOLUME

Paris. — Imprimerie de E. MARTINET, rue Mignon, 2.



Ch. Cave del. Picart sc.

Structure du Fruit.

A. Salmon, imp. r. Vieille-Estrapade, 15.

Fig. 11.

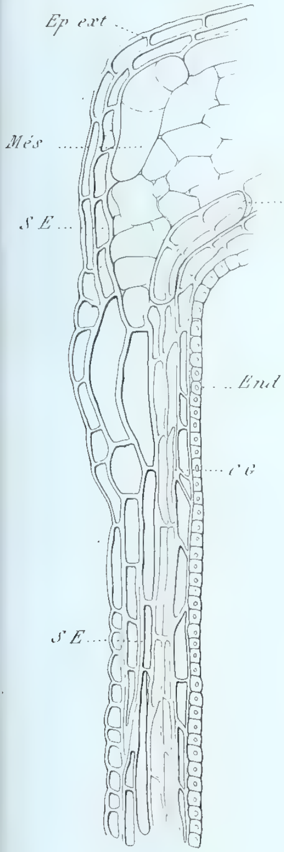
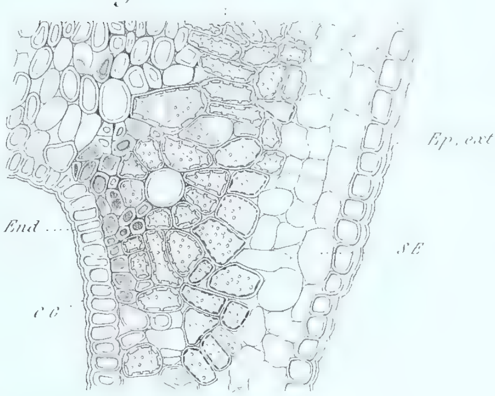


Fig. 12.



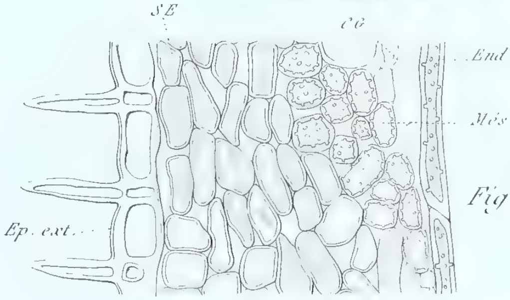


Fig. 13.

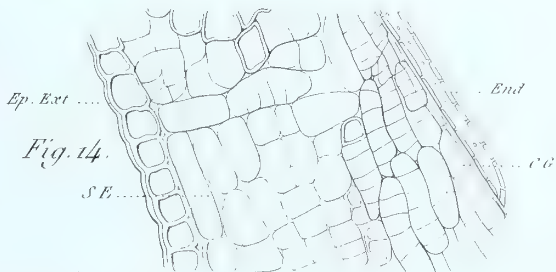


Fig. 14.

Fig. 15.

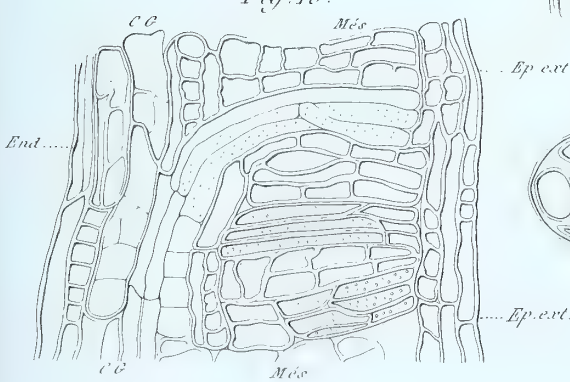
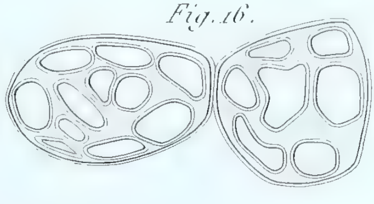


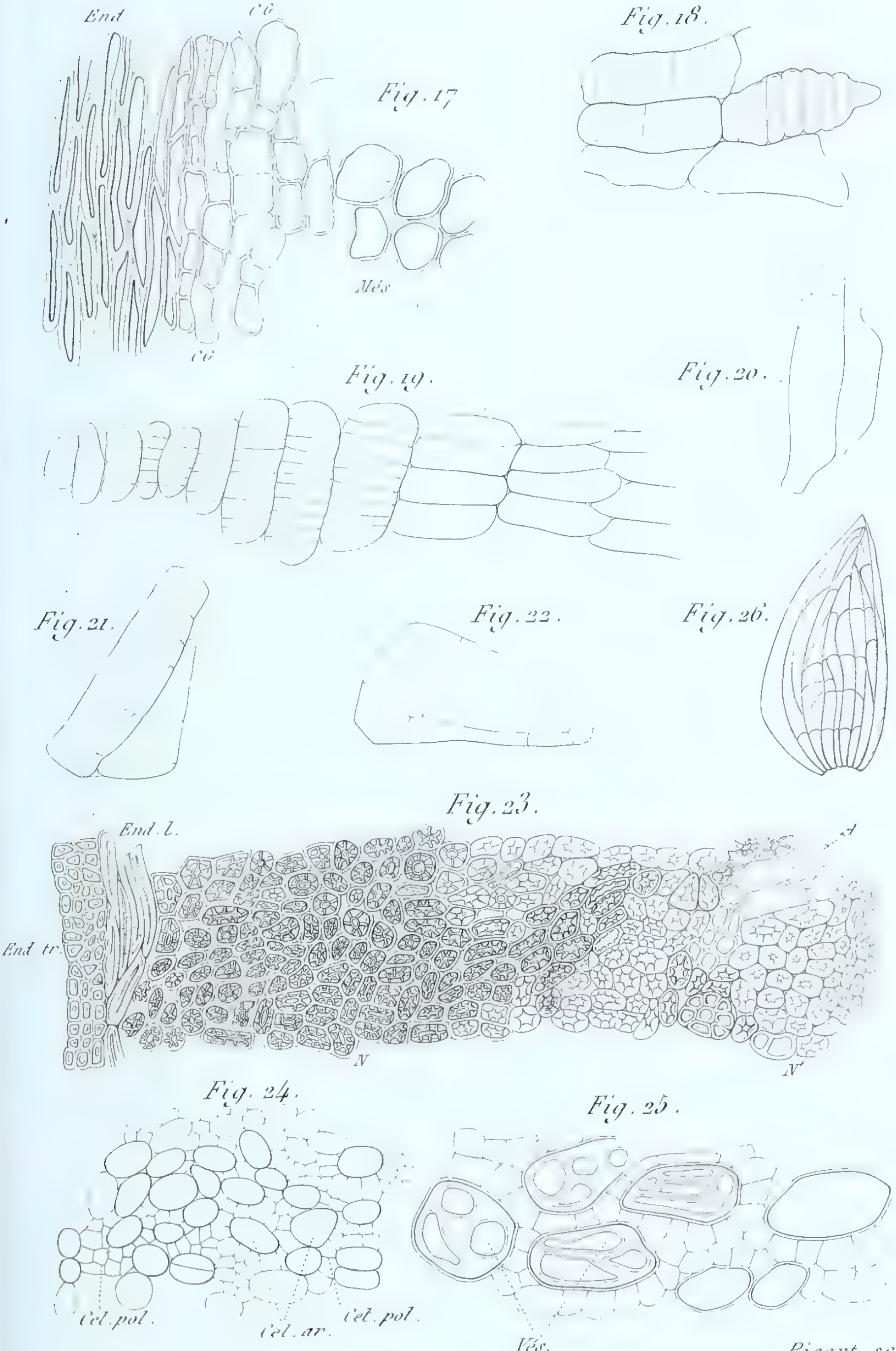
Fig. 16.



Ch. Cave del. Picart sc

Structure du Fruit.

A. Salmon imp. r. Vieille-Estrapade, Paris.



Ch. Cave del. *Picart sc.*

Structure du Fruit.

A. Salmon imp. r. Vieille-Estrapade, à Paris.

Fig. 27.

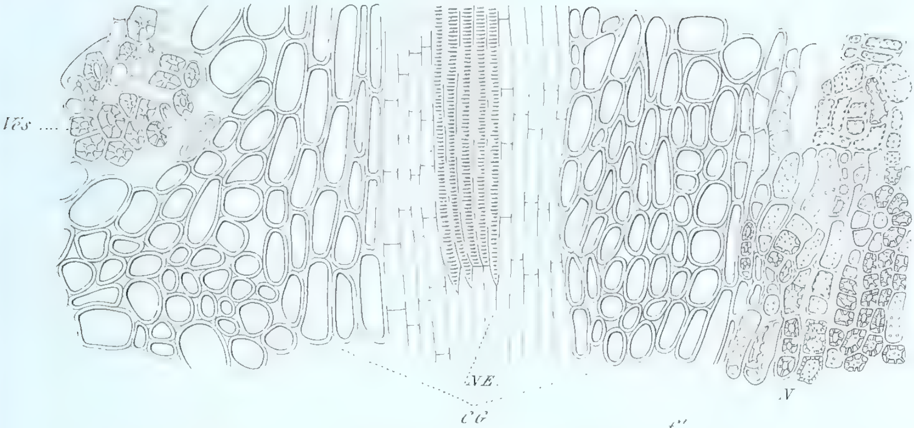


Fig. 28.

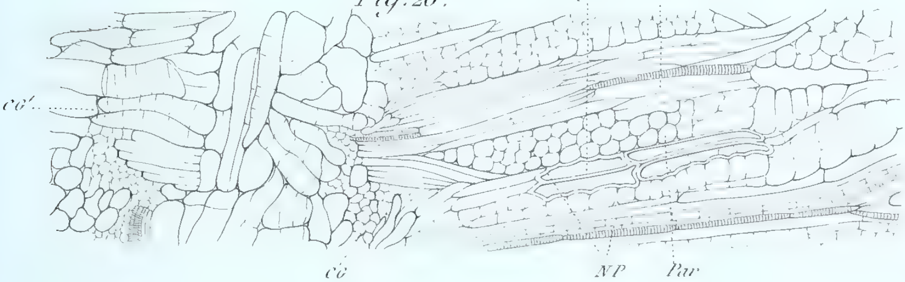


Fig. 29.

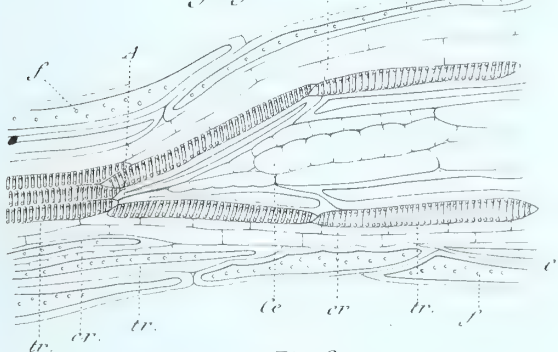


Fig. 30.

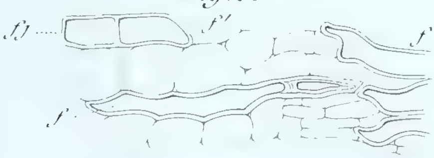
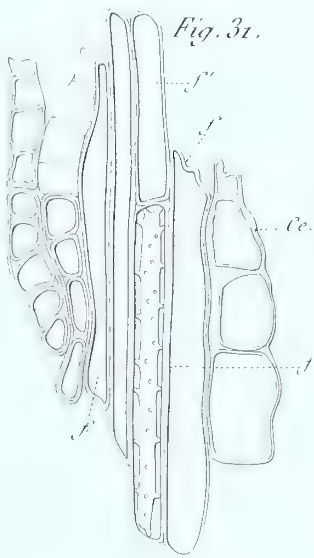


Fig. 31.



Ch. Cave del. *Picart sc.*

Structure du Fruit.



Boudier del.

I. *Ascobolus lignatilis* Alb. et Schw. II. A. *Crouani* Boud.
III. A. *denudatus* Fries. IV. V A. *viridis* Curr. et var.



Boudier del

VI à X Ascobolus furfuraceus Pers. et var. — XI A. vinosus Berk



Boudier del. Severeyns lith.

XII. *Ascobolus æruginosus* Fries XIII à XV *A. glaber* Pers et var. XVI *A. Leveillei* Boud.



Boudier del. Severeyns lith.

XVII. *Ascobolus immersus* Pers. XVIII. *Saccobolus Kerverni* Boud.
XIX. S. *violascens* Boud.



Boudier del.

XX. *Saccobolus neglectus* Boud. XXI S. *globulifer* Boud.
XXII *Thecotheus Pelletieri* Boud. XXIII *Ryparobius brunneus* Boud.
XXIV R. *Cookei* Boud.



Boudier del.

XXV *Ryparobius felinus* Boud. XXVI R. *dubius* Boud. XXVII R. *myriosporus* Boud. XXVIII *Ascophanus subfuscus* Boud. XXIX A. *minutissimus* Boud. XXX A. *Cœmansii* Boud. XXXI A. *grandiformis* Boud.



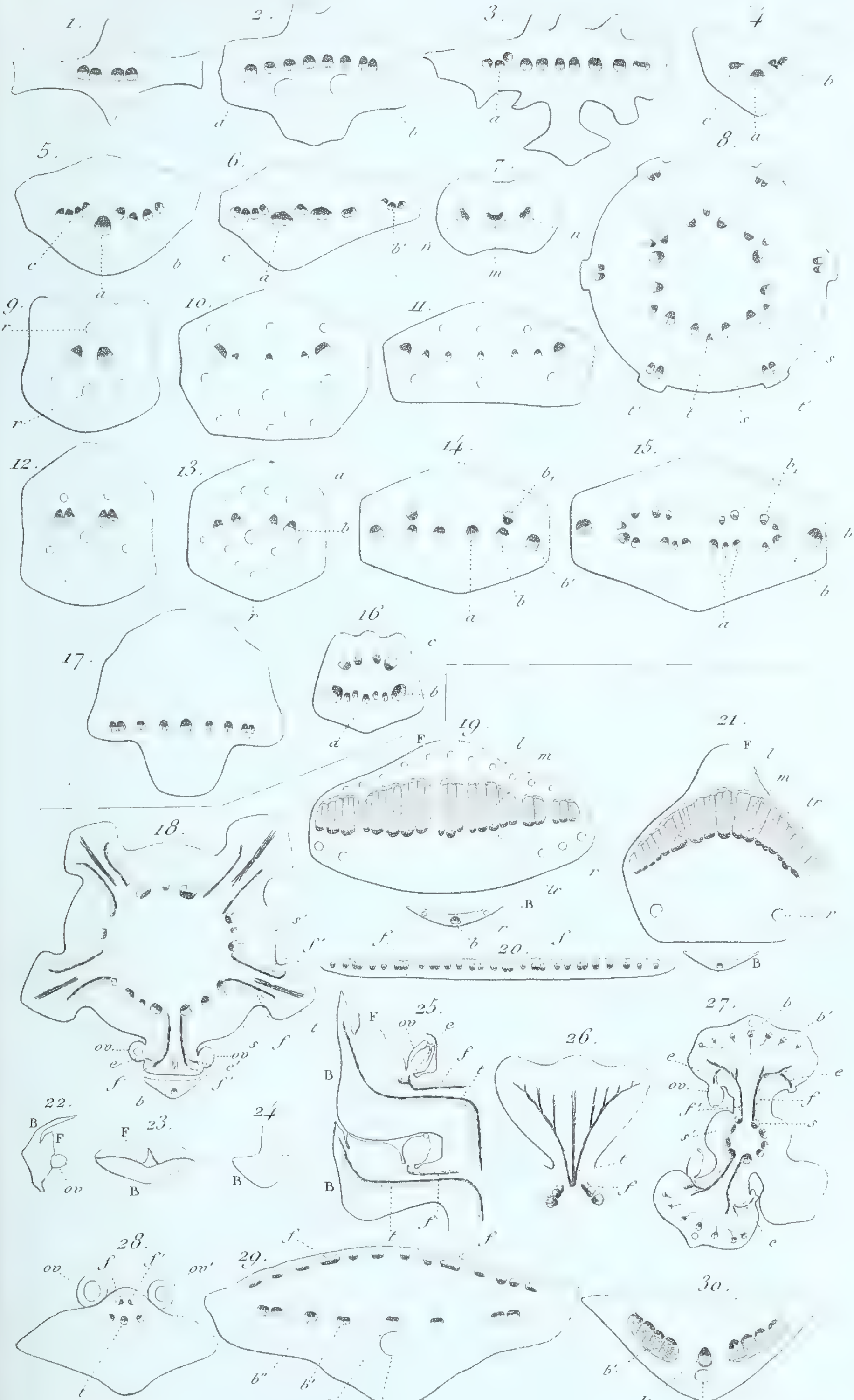
Boudier del. Severeyns lith.

XXXII *Ascophanus argenteus* Boud. XXXIII *A. vicinus* Boud.
XXXIV *A. ochraceus* Boud. XXXV *A. sexdecimsporus* Boud. XXXVI *A. aurora* Boud.
XXXVII *A. cinereus* Boud. Pl. 11



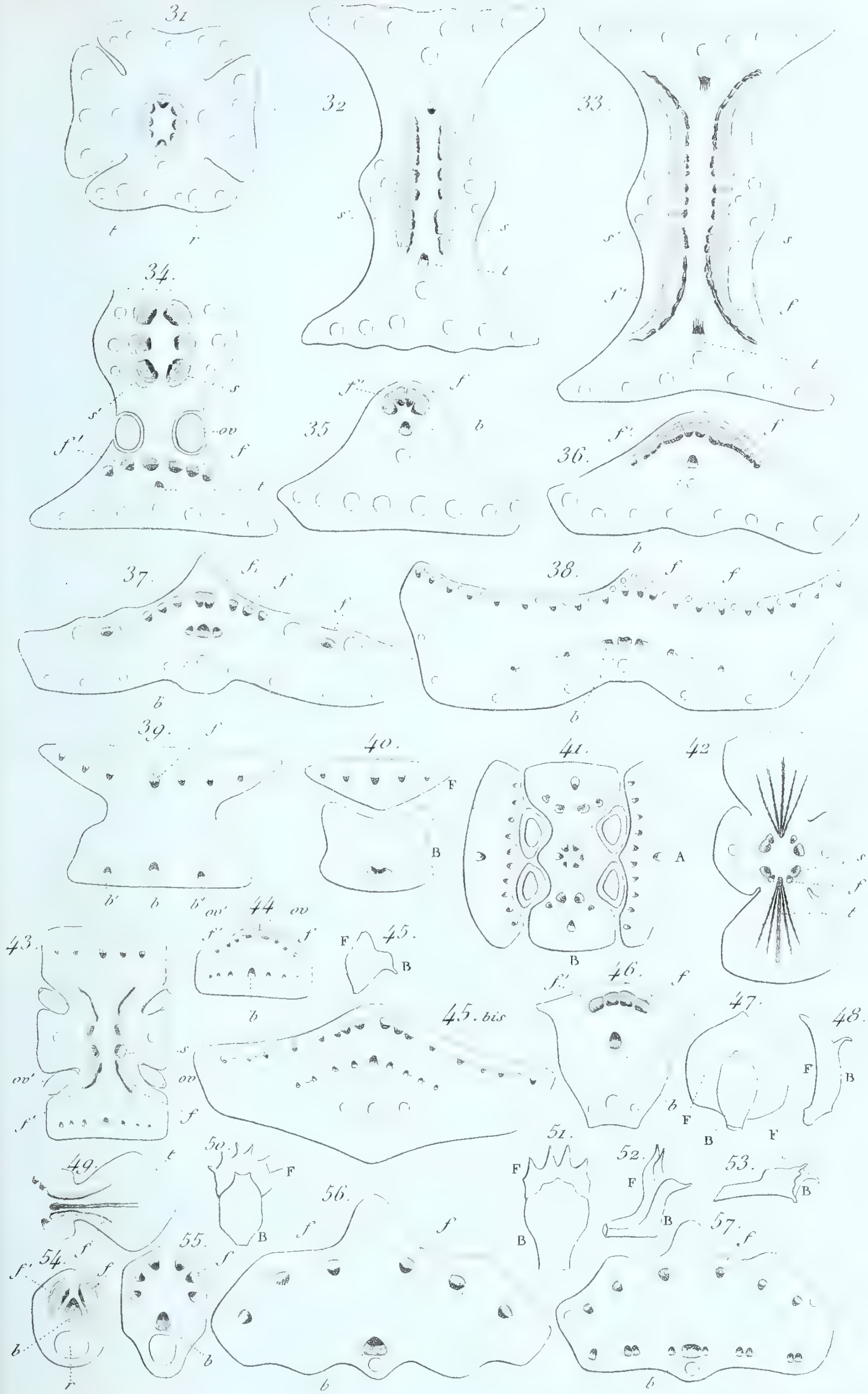
Boudier del.

XXXVIII à XXXIX *Ascophanus carneus* Boud. et var. XL *A. saccharinus* Boud.
XLI *A. papillatus* Boud. XLII à XLIV *A. pilosus* Boud. et var.



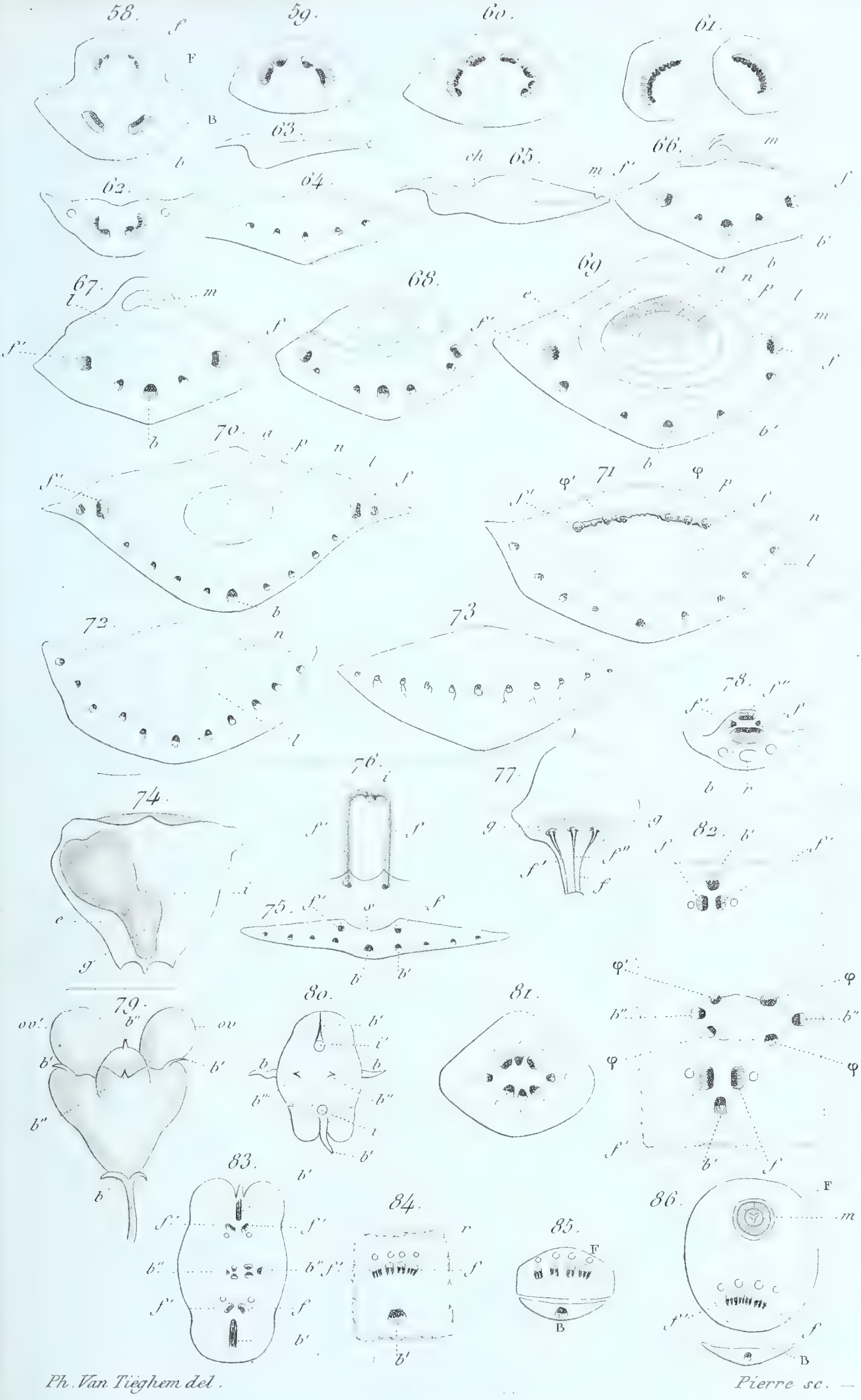
Ph. Van Tieghem del. *Pierre sc*

Anatomie de la fleur des Gymnospermes.



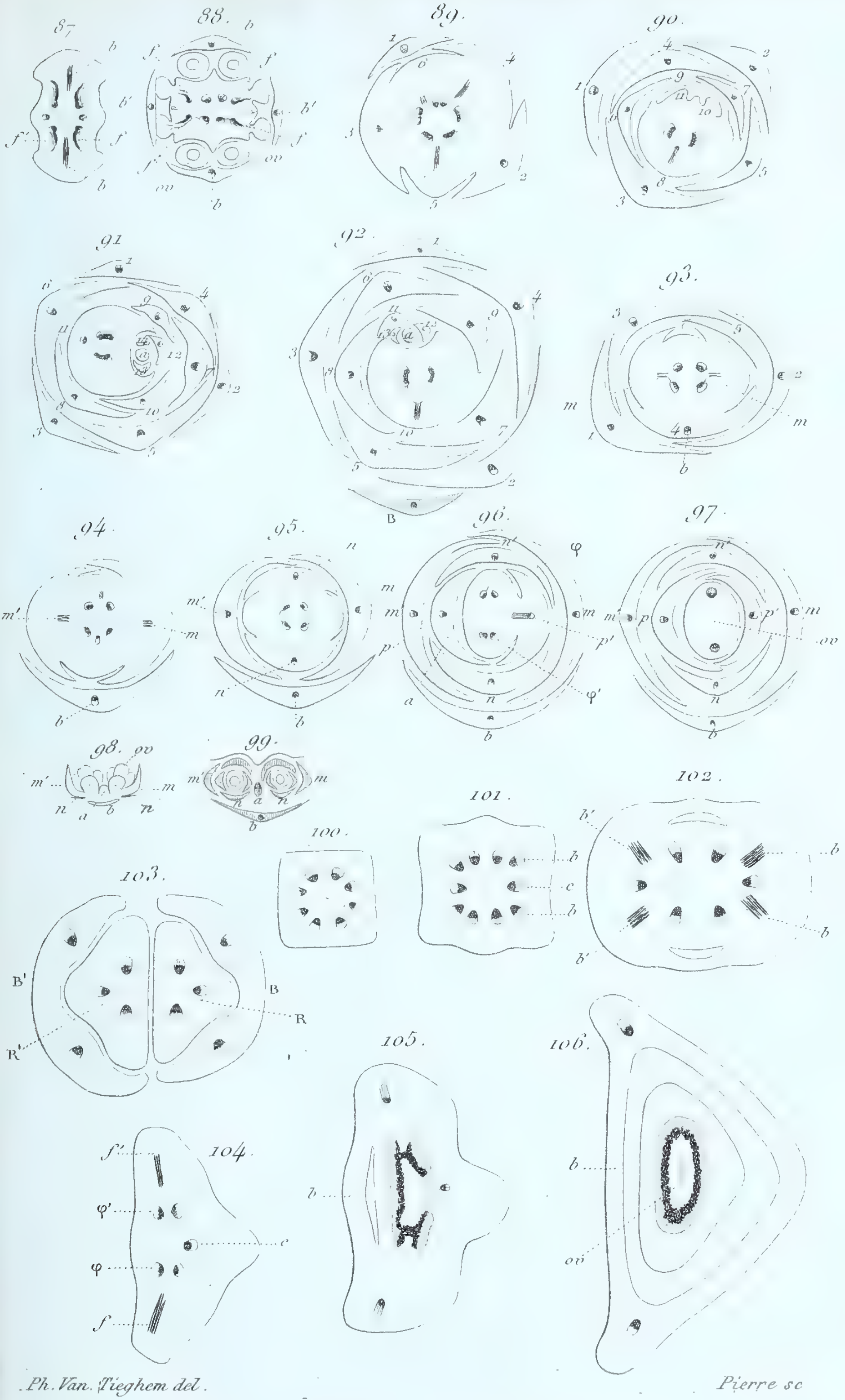
Ph. Van Tieghem del. Pierre sc

Anatomie de la fleur des Gymnospermes.



Ph. Van Tieghem del. Pierre sc.

Anatomie de la fleur des Gymnospermes.



Ph. Van Tieghem del. Pierre sc

Anatomie de la fleur des Gymnospermes.